DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang. 22. November 1918. Heft 47.

Georg Klebs (1857—1918).

Von Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn.

Am 15. Oktober 1918 ist in Heidelberg *Georg Klebs* nach kurzem Leiden im Alter von 61 Jahren gestorben. Die botanische Wissenschaft hat mit ihm einen ihrer eifrigsten und erfolgreichsten Vertreter verloren.

Vier Jahrzehnte in den Dienst der Forschung zu stellen, war ihm vergönnt; ein reiches Lebenswerk hat er als Erbe hinterlassen.

Die ersten Schritte auf den Pfaden der Wissenschaft tat *Klebs* in seiner ostpreußischen Heimat: Als junger Studiosus kam er nach Königsberg zu Professor *Caspary*. Nicht wenig hatte er seinem ersten Lehrer zu verdanken; aber das Beste von dem, auf das Begabung und Temperament ihm Anrecht gaben, blieb ihm in Königsberg vorenthalten.

Unerwartete Wendung und Erfüllung still gehegter Wünsche brachte ein Brief *de Barys*. Der Straßburger Botaniker fragte bei dem jungen Anfänger an, ob er im Winter 1878 eine Assistentenstelle bei ihm annehmen wolle. Eine Arbeit über Desmidiaceen, die *Klebs* ganz selbständig in Königsberg verfaßt hatte, war *de Bary* bekannt geworden und hatte seine Aufmerksamkeit auf den jungen Autor gelenkt. *Klebs* nahm das Anerbieten an, ging nach Straßburg und kam hier zum ersten Mal in einen seiner Begabung angemessenen Kreis. Hier fand er vor allem Anschluß an *A. F. W. Schimper*, der sich des jungen Ostpreußen freundschaftlich annahm und den neuen Assistenten in seine Obliegenheiten einführte. Noch ehe *Klebs* sich über seine Zukunft schlüssig gemacht hatte, war er so durch *de Barys* Eingreifen endgültig für die Botanik gewonnen worden.

In Straßburg war *Klebs* ein Jahr Soldat. Dann ging er 1881 nach Würzburg. Eine Assistentenstelle bot sich ihm dort nicht. Es waren keine geringen Entbehrungen, mit welchen *Klebs* die Anregungen, die ihm von *Julius Sachs* zuflossen, erkaufen mußte.

Der dritte seiner großen Lehrer war *Wilhelm Pfeffer*, der damals in Tübingen wirkte. *Klebs* kam 1882 zu ihm und habilitierte sich 1883 an der Tübinger Universität. *Pfeffers* Institut füllte damals eine stattliche Schar junger Forscher — in ihrem Kreis beschloß *Klebs* seine Lehr- und Wanderjahre und legte er seine erste große Schaffensperiode zurück. Sie galt im wesentlichen dem *Studium der Pflanzenzelle*. In diese Jahre fallen vor allem seine „Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle" und seine Flagellatenstudien.

Als *Pfeffer* nach Leipzig und *Vöchting* als *Pfeffers* Nachfolger von Basel nach Tübingen ging, wurde 1887 *Klebs* nach Basel berufen. An der St. Jakobstraße stand damals das Haus, in dem einige Räumlichkeiten *Klebs* als botanisches Institut zur Verfügung standen. In ihnen fand *Klebs* die Wege zu den Problemen, die ihn von jetzt ab sein ganzes Leben erfüllen sollten, zu der entwicklungsmechanischen Erforschung der Organismen, insbesondere der *experimentellen Fortpflanzungsphysiologie der Thallophyten*. Elf Jahre wirkte *Klebs* in Basel. Was die Forschungen betrifft, so waren sie während dieser zweiten Schaffensperiode fast ausschließlich den Bemühungen gewidmet, die Ansprüche der Algen und Pilze an die Außenwelt und die Abhängigkeit ihrer verschiedenen Entwicklungsprozesse, insbesondere ihrer geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fortpflanzung von den Außenweltsbedingungen so vollständig wie möglich zu erkennen und eine möglichst große Anzahl von Organismen in dem Sinne „beherrschen" zu lernen, daß der Experimentator diese nach seinem Belieben zu bestimmten Wachstums- und Gestaltungsleistungen veranlassen kann. *Klebs* Baseler Arbeiten haben der Kryptogamenforschung in mehr als einer Beziehung neue Wege erschlossen; ihre Ergebnisse gehören längst zum allgemein anerkannten Bestand unseres entwicklungsmechanischen Wissens.

Kaum hatte *Klebs* ein neues botanisches Institut in Basel einrichten und eröffnen können, da führte ihn 1898 ein Ruf von Basel nach Halle, wo er als Nachfolger des vor wenigen Jahren in Würzburg verstorbenen *G. Kraus* die Leitung des botanischen Instituts und Gartens übernahm. Die ersten Hallenser Semester galten vorzugsweise der Einrichtung des Unterrichts und dem Institutsneubau. Hatte *Klebs* in Basel den Beweis dafür erbracht, daß auch in engsten Verhältnissen eine Fülle bedeutender Forscherarbeit geleistet werden kann, so fühlte er sich andererseits in Halle durch die Forschungsmittel des neuen Instituts zu einer prinzipiellen Erweiterung seines Interessenkreises und Forschungsgebietes angeregt. Seine Hallenser Arbeitsperiode gilt vornehmlich der *entwicklungsmechanischen Beschäftigung mit den Phanerogamen*. An diesen versucht sich *Klebs* nunmehr mit denselben Fragen, deren Beantwortung ihm den Kryptogamen gegenüber so glänzend gelungen war. In Halle verfaßte *Klebs* sein Werk über „Willkürliche Entwicklungsänderungen an Pflanzen" und zahlreiche andere entwicklungsmechanische Arbeiten, die über die Bedingungen

des Blühens und des vegetativen Wachstums Aufschluß bringen. Seine Kryptogamenstudien setzte *Klebs* hauptsächlich an Myxomyceten und Phykomyceten fort. Neben den eigenen Studien stellten zahlreiche dem gleichen Gebiet entnommene Schülerarbeiten an seine Zeit und Arbeitskraft steigende Ansprüche. Gleichzeitig mit vielen deutschen fanden sich Studenten und junge Gelehrte aus Amerika und England, Rußland und Japan, Rumänien, Serbien und Griechenland im Hallenser Laboratorium ein, um sich *Klebs'* Methoden anzueignen und sich in den Gedankengang, der seinen analytischen Arbeiten zu Grunde lag, einführen zu lassen.

1907, nach dem Tode *Pfitzers*, folgte *Klebs* einem Rufe nach Heidelberg. Die vierte, letzte Schaffensperiode bricht an. Auch sie gilt den Phanerogamen; aber zum gewohnten Laboratoriums- und Gartenversuch kommt das Bedürfnis, durch eigene Anschauung dessen, was die *Vegetation in verschiedenen Klimaten* leistet, neues Material zur Beurteilung der Abhängigkeit aller Entwicklungsprozesse von den Außenweltsbedingungen zu gewinnen. 1910 und 1911 reist *Klebs* nach Sibirien, Japan, Java und Vorderindien, 1912 nach Armenien, dem Kaukasus und Südrußland, 1913 nach Ägypten. Zu den Fragen nach den Ursachen des Blühens kommt vor allem die andere nach den der *Periodizität des Wachstums*, den Ursachen des Treibens und des Ruhens der Gewächse.

Neben zahlreichen Abhandlungen, die sich mit den Lebenserscheinungen einheimischer und tropischer Holzgewächse beschäftigen, brachten die letzten Jahre mehrere eingehende kausalanalytische Studien über die Entwicklung der Farnprothallien. Wir bewundern die eindringende Fragestellung, die aus diesen letzten Abhandlungen spricht, ebensosehr wie die Unermüdlichkeit, mit der *Klebs* an schwierigen Objekten, wie der Buche, mit immer neuen Experimenten sich bemühte, um schließlich auch die Widerspenstigen zu „beherrschen".

Von dem Reichtum des Lebenswerkes, das *Klebs* hinterlassen hat, soll das nachfolgende Referat eine Vorstellung geben. Wenn angesichts der Fülle des von *Klebs* Geleisteten eine Klage zulässig ist, so muß es die um das vorzeitige jähe Ende dieses mit Arbeitsenergie erfüllten Lebens sein. *Klebs* war nichts weniger als am Ende seiner Arbeitskraft; seine Schaffenslust hatte nicht einmal der Krieg und all das Leid, das er ihm gebracht hatte, zu mindern vermocht; dauernd stärkte ihn während der letzten Jahre der Gedanke, daß sich ihm nunmehr Vieles klarer offenbare als früher, und manche hartumfochtene Frage jetzt ihrer Vollendung entgegenreife. In einem der letzten Schreiben, das ich von seiner Hand erhielt, sprach er voll schöner Zuversicht von dem Fortschritt seiner Arbeit und von künftigen Erfolgen. Da kam der Tod.

* * *

Georg Klebs gehörte, wie man zu sagen pflegt, ganz seiner Wissenschaft. Ihre Probleme folgten ihm auf allen seinen Spaziergängen, und das Mikroskop begleitete ihn selbst auf den Fahrten, die seiner Erholung gewidmet waren. Gleichwohl füllte ihn die Wissenschaft keineswegs in dem Sinne, daß nichts anderes außer ihr Zugang bei ihm gefunden hätte. Im Gegenteil! Seine Mußestunden galten der Beschäftigung mit Dichtung und Kunst, mit Bühne und Musik, mit Philosophie und Geschichte. Vor allem der Kunst, der großen Gnadenbringerin, stand sein Sinn offen. Hörte man *Klebs* über die Werke der bildenden Kunst sprechen — er tat es nicht mit professoraler Lehrhaftigkeit, sondern mit der Begeisterung dessen, der sich an ihren Strahlen wärmen will und sich durch sie innerlich zu bereichern trachtet —, so erriet man leichtlich, was sie ihm in den Feiertagspausen eines der exakten Forschung gewidmeten Lebens und als Nahrung für das der Phantasie dienende Organ bedeutete. Es war eine Freude, in der Unterhaltung mit *Klebs* es zu erleben, wie die Kunst, so wie *Beethoven* es fordert, Feuer aus seiner Seele schlug.

In den Tübinger Jahren seiner Jugend gelang es ihm zum ersten Mal, die Mittel für eine Reise nach Italien zu erübrigen. Seit dieser Zeit gehörten alljährliche Fahrten nach dem klassischen Süden, nach Florenz und Rom und Sizilien, nach Südfrankreich oder Griechenland, nach Algier, Tunis und Kreta oder nach der Schweiz oder in die deutschen Alpen zu seinen geistigen Bedürfnissen. Dieselbe jugendliche Unermüdlichkeit, mit welcher er seine wissenschaftlichen Arbeiten förderte, zeichnete ihn bei jedem Schauen und Lernen, bei der Betrachtung der Kunstwerke oder beim Anblick einer Gebirgsfernsicht aus. *Ganz* wollte er sich das erobern, was jene ihm geben konnten; er ließ nicht locker, bis er ihnen das abgezwungen hatte, was für ihn geistige Kost bedeutete.

Diese Gründlichkeit im Genießen stützte sich stark auf seine Fähigkeit, allem, was ihm in Nürnberg oder Paris, in Luksor oder in Indien an Kunstwerken erreichbar war, auch historisch gerecht zu werden. Der *Kunstgeschichte* stand *Klebs* mit seinen Interessen außerordentlich nahe. Überall suchte er diese durch freundschaftlichen Anschluß an Historiker zu vertiefen. Basel hat ihm hierin vielleicht das Beste gegeben — durch den Verkehr mit *Jakob Burckhardt* und die Freundschaft mit *Wölfflin*. In Halle stand ihm von Historikern *Adolf Goldschmidt*, in Heidelberg *Oncken* besonders nahe.

Vielleicht hat es *Klebs* der glücklichen Mischung seiner Interessen zu danken, daß er bis an sein Lebensende jung bleiben durfte. Die jugendliche Frische, die den Sechziger auszeichnete, war keine Maske, sondern das untrügliche Zeichen unverminderter Vitalität, die ihn allen Anregungen zugänglich bleiben und dankbar folgen ließ, und die ihn zum Führer der Jugend mit jedem Le-

bensjahrzehnt immer besser geeignet machte. Die akademische Jugend unseres kommenden Deutschlands verliert in ihm nicht weniger als die botanische Wissenschaft.

Die Beherrschung der pflanzlichen Form.

Eine Einführung in die Forschungen von Georg Klebs.

Von Dr. Emil Ungerer, Karlsruhe[1]).

Mit immer erneutem Zauber wirkt das Blühen und Grünen, der Früchtesegen des Herbstes und die winterliche Ruhe auf das empfängliche Gemüt des Menschen, dem der Pflanzenwelt gegenüber und der Gesetzmäßigkeit im Wechsel ihrer unendlichen Formenfülle am stärksten das Gefühl der Naturnähe erwächst. Gerade diese *Aufeinanderfolge* bestimmter Formen in der Entwicklung eines pflanzlichen Lebewesens wie das geordnete Verknüpftsein der *gleichzeitig* erscheinenden bildete von jeher ein wichtiges Problem auch der wissenschaftlichen Botanik. Der „klassischen Morphologie" im 18. und der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war hier alles feste, unverbrüchliche Beziehung. In der Natur eines Organismus sollte es gegeben sein, daß er eine gesetzmäßige „Korrelation" seiner Teile als ideelle Verbindung aufweist, und daß in seiner „Evolution" ein entsprechender Zusammenhang in der Aufeinanderfolge seiner Bildungen zutage tritt; in der Natur jeder „Spezies", jeder Naturart, sollte es liegen, daß ihre Korrelation und Evolution gerade diese bestimmte, von allen anderen unterschiedene ist. Auf die Frage nach den Ursachen dieses Verhaltens konnte nur mit den Geheimnissen eines Formtriebes und der Lehre von besonderen „Tendenzen" der Natur geantwortet werden.

Die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts brachte einen starken Umschwung der Denkweise und damit eine neue Methode der Erforschung der pflanzlichen Gestaltungsvorgänge, die, viel früher schon von *T. A. Knight* (1759—1838) geschaffen, nun durch *Hofmeister, Sachs* und *Pfeffer* lebhafte Anregung und Förderung erhielt, sich aber vor allem durch die experimentellen Arbeiten dreier Botaniker siegreich Bahn brach. Etwa gleichzeitig beginnen der vor kurzem verstorbene *Hermann Vöchting* — mit seiner grundlegenden Arbeit „Über Organbildung im Pflanzenreich (Physiologische Untersuchungen über Wachstumsursachen und Lebenseinheiten." I. H. 1878, II. H. 1884) — und *Karl Goebel* — mit seinen „Beiträgen zur Morphologie und Physiologie des Blattes" (Bot. Ztg. 1880) — die Reihe ihrer fruchtbaren Untersuchungen, die eine *kausale* Erforschung der pflanzlichen Formbildung, eine Feststellung ihrer Ursachen, zum Ziel hat. *Die Abhängigkeit der Entstehung der Pflanzenformen von „äußeren" Bedingungen,* von Änderungen der Umgebung, ist beiden eine notwendige Voraussetzung ihrer Forschung, die sich häufig auch des Mittels eines operativen Eingriffs bedient, um dadurch die gegenseitige Abhängigkeit der verschiedenen formbildenden Vorgänge innerhalb des Organismus und ihre Wirkung für das Ganze, wie sie etwa in der „Polarität" zutage tritt, aufzudecken. Während aber dabei *Vöchting* den anatomischen Änderungen, den Gestaltungen und Umgestaltungen der Zellen- und Gewebestrukturen besondere Beachtung schenkt, liegt für *Goebel* der Nachdruck auf der Feststellung der Umbildung (Metamorphose) weniger Grundformen der Pflanzenteile wie Sproß, Wurzel, Blatt durch besondere Bedingungen zu der ganzen Mannigfaltigkeit der naturgegebenen Pflanzenorgane. Diesen verdienstvollen Bestrebungen gegenüber besteht die geschichtliche Bedeutung der Forschungen von *Georg Klebs* in der Erkenntnis der Notwendigkeit, die Abhängigkeit jedes einzelnen Formbildungsvorgangs nicht nur von der *Qualität,* sondern vor allem von der *Quantität* der beteiligten *äußeren und inneren Bedingungen* zu bestimmen und in dem Erfolg, den die Durchführung dieses Gedankens auf Grund klarer begrifflicher Voraussetzungen in zahlreichen Experimenten mit Vertretern der verschiedensten Pflanzengruppen erzielte. Da die durch ihn herbeigeführte Wendung in der Erforschung der pflanzlichen Formbildung eine Fülle von Problemen aufgeworfen und ihre Lösung angebahnt und so der Botanik von heute und morgen neue Ziele und Wege gezeigt hat, so soll hier der Versuch gemacht werden, das Lebenswerk des Heidelberger Botanikers in seinen Grundzügen darzustellen, eine Aufgabe, deren beabsichtigte Durchführung zum 60. Geburtstag des Forschers am 23. Oktober 1917 durch die vom Krieg beeinflußten Verhältnisse leider nicht möglich war.

I. Die Bedingungen der Formbildung bei Algen und Pilzen.

Abgesehen von den Arbeiten der Frühzeit, die teils zellphysiologischen Problemen nachgingen, teils systematischen Studien an Flagellaten und Algen galten, und gelegentlichen späteren Nachklängen steht die ganze Lebensarbeit von *Georg Klebs* im Dienste der einen Aufgabe, *die Formbildungsvorgänge der Pflanzen vermittels der Ergründung ihrer Lebensbedingungen zu erforschen.* Zunächst wandte er sich dem Problem der Entstehungsbedingungen der Fortpflanzungsorgane der Gewächse zu, für dessen Bewältigung die niederen Organismen, *Algen* und *Pilze,* am ehesten Aussicht auf Erfolg boten.

Schon in der ersten *Untersuchung über die Grünalge Hydrodictyon utriculatum* (1889, 1890, 1891, vgl. auch 1896), das zierliche „Wassernetz", sind die Grundzüge der neuen Methode, die wichtigsten analytischen Begriffe und das End-

---

1) Die Arbeit ist den „Naturwissenschaften" wenige Wochen vor *Klebs'* Tode zugegangen.
Die Schriftleitung.

ziel der Forschung deutlich zu erkennen. Eine genaue Untersuchung des Baues und der in der Natur durch Beobachtung feststellbaren Lebensbedingungen der Alge bildet die Voraussetzung für den Versuch, sie zu züchten, d. h. monatelang in gutem vegetativen Wachstum (d. h. Wachstum ohne Fortpflanzung) zu erhalten. In zahlreichen, mit verschiedenem Ausgangsmaterial wiederholten Versuchen wird die Abhängigkeit der beiden Fortpflanzungsformen (die ungeschlechtliche durch Zoosporen und die geschlechtliche durch Gameten) von den beteiligten Faktoren (Licht, Wärme, Feuchtigkeit, Konzentration anorganischer und organischer Nährlösungen usw.) aufgewiesen. Die Nachwirkung vorangegangener Lebensumstände wird nach Möglichkeit in Rechnung gezogen. Dabei zeigt es sich, daß jede Zelle des ausgebildeten Wassernetzes je nach der Wahl der Lebensbedingungen entweder ungeschlechtliche Schwärmer (Zoosporen) oder verschmelzungsbereite Gameten hervorbringen kann. Deshalb vergleicht *Klebs* die Hydrodictyonzelle mit jenen „enantiotropen" Substanzen wie Schwefel, Salpeter usw., die in mehreren Formen vorkommen, deren Eintreten durch besondere äußere Bedingungen bestimmt wird, während das, was erscheint, auf der „spezifischen unerklärlichen Natur" der betreffenden Substanz beruht. Damit ist die begriffliche Sonderung angebahnt, die der Analyse aller späteren Klebsschen Untersuchungen zugrunde liegt: Die *Gesamtheit* der Formbildungsmöglichkeiten eines Organismus ist in seiner „spezifischen Struktur" beschlossen, die nur mittelbar erforscht werden kann. Was von diesen Möglichkeiten im *Einzelfall* verwirklicht wird, das bestimmen die „inneren Bedingungen" des Organismus, wie Qualität und Quantität der vorhandenen Stoffe, Konzentrationsverhältnisse, Reaktion des Zellsafts, Zustand bestimmter Fermente, Beschaffenheit von Plasmahaut, Zellwand usw. Diese aber hängen in weitgehendem Maße von „äußeren Bedingungen" ab. Weil die Änderung dieser äußeren Bedingungen nun dem Experimentator zugänglich ist, so ersteht das Problem, *durch allmähliche Erforschung der Einwirkung der äußeren Bedingungen die Fortpflanzungsformen und schließlich alle Gestaltungsvorgänge mit derselben Sicherheit hervorzurufen*, wie sie bei stoffwechselphysiologischen oder bei chemischen und physikalischen Versuchen der anorganischen Natur erreichbar ist; es ersteht das Problem der *willkürlichen Beherrschung der pflanzlichen Form.*

Zu diesen grundlegenden Unterscheidungen, die in der ganzen Folgezeit festgehalten werden, tritt in den nächsten Arbeiten die Sonderung der äußeren Bedingungen eines Formbildungsvorganges in „allgemeine", die bei jedem Lebensprozeß mitwirken und in weiten Grenzen schwanken können, in „spezielle", die bei dem fraglichen Vorgang im Unterschied zu anderen beteiligt sind, ohne ihn aber für sich allein veranlassen zu können und in den eigentlichen, das Geschehen auslösenden „morphogenen Reiz". Diese letztere Einteilung ist aus der Zergliederung der Ergebnisse von Algenversuchen (1890, 1891, 1892 und vor allem 1896) — nicht ohne Beziehungen zu gleichzeitigen Veröffentlichungen von *Herbst* und *Pfeffer* — gewonnen und wird bis 1903 angewandt.

Die Klebsschen Arbeiten über Algen und Pilze aus dem letzten Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts (neben den genannten besonders 1898, 1899 a, 1900 a) lieferten eine Reihe allgemeiner Ergebnisse über die *Bedingungen der Fortpflanzungsformen*, über *ihr gegenseitiges Verhältnis* und über *ihre Beziehungen zum Wachstum.*

Es gelang nicht nur, die Bedingungen festzustellen, unter denen die Organismen in jahrelangem Wachstum *ohne alle Arten der Fortpflanzung verharrten*, auch der *vegetative Aufbau* der Pflanzen *in seinen Einzelheiten* (die Gestaltung der Teile, die mit der Fortpflanzung nichts zu tun haben) erwies sich von Außenbedingungen beherrscht. So hängt bei der Alge Stigeoclonium tenue die Art der Verzweigung von Licht und Nährsalzgehalt der Kulturflüssigkeit ab, während die Bildung dünner mehrzelliger Haare nur in ruhig stehendem Wasser erfolgt, in fließendem Wasser aber völlig fehlt. So hat auch der Schimmelpilz Mucor racemosus auf verschiedenen Nährböden ganz verschiedene Myzelformen (Zuckermyzel, Peptonmyzel, septiertes Myzel, Riesenzellen), d. h. jedem Nährboden entspricht eine andere Ausbildung seines Fadengeflechts. Die Bedingungen der *Fortpflanzungsformen*, die nach Maximum und Minimum meist engere Grenzen als die des Wachstums aufweisen, sind recht verschieden, wenn sich auch mancherlei Übereinstimmungen zeigen. Manche Algen bilden bei Überführung aus anorganischer Nährlösung in frisches Wasser oder beim Übergang von fließendem in stehendes Wasser, andere bei Verdunklung Zoosporen (bewimperte „Schwärmer", die umherschwimmen, sich später festsetzen und zur fertigen Alge auskeimen). Die Konidienbildung der untersuchten Schimmelpilze, d. h. die Erzeugung meist einzelliger, äußerlich abgeschnürter Vermehrungsorgane („Sporen"), ist dagegen an luftförmige Umgebung gebunden und höchstwahrscheinlich durch den Grad der Transpiration bedingt. Die Bildung der Geschlechtsorgane bei einigen Algen, z. B. bei Vaucheria repens und Oedogonium diplandrum, verlangt unbedingt Lichteinwirkung, deren Intensität ausschlaggebend ist. Das hängt zum Teil sicher mit seiner assimilatorischen Wirkung zusammen, da die Geschlechtsorgane der Algen wie allgemein auch die „höheren" Fruchtformen der Pilze („Karposporen") einen guten Ernährungszustand voraussetzen, wobei es überall auf einen Überschuß an organischen und einen Mangel an anorganischen Nährstoffen ankommt, die Nährsalze sogar fast durchweg hemmend wirken.

II. Die Bedingungen der Formbildung bei höheren Pflanzen.

Die Erfolge dieser Versuche an Thallophyten[1]) mußten es nahe legen, die Fruchtbarkeit ihres Leitgedankens auch an *höheren, vor allem* an den *Blütenpflanzen* zu erproben. Freilich liegen hier die Verhältnisse erheblich schwieriger. Die Lebensbedingungen dieser Gewächse sind schwer auf längere Zeit völlig gleichmäßig zu halten, was bei den in Flüssigkeiten oder etwa in dunklen Thermostaten (Wärmeschränken) wachsenden niederen Pflanzen leichter gelingt. Dann aber bietet der verwickelte Aufbau, die reiche äußere und innere Gliederung der Blütenpflanzen neue Schwierigkeiten, da die einzelnen Organe ihre besonderen äußeren Bedingungen haben und ferner in so mannigfacher innerer Wechselwirkung stehen, daß es schwer ist, sie einzeln durch Änderung der Außenbedingungen zu beeinflussen. Trotzdem wagte *Klebs* den Versuch, auch für die Phanerogamen (Blütenpflanzen) und Archegoniaten (Farnpflanzen im weitesten Sinn und Moose) nachzuweisen, daß die einzelnen Gestaltungsvorgänge in gesetzmäßiger Weise von besonderen, quantitativ bestimmbaren Änderungen ihrer Umgebung abhängen. Da man nicht hoffen konnte, sofort die Bedingungen jedes einzelnen Formbildungsvorgangs der zahllosen Teile einer hochdifferenzierten Blütenpflanze zu erforschen, so stellte es sich als *erstes Problem* dar, *den typischen Entwicklungsgang*, wie er sich durch das Nacheinanderauftreten der verschiedenen vegetativen und Fortpflanzungsorgane in der Natur zeigt, *aufzulösen in einzelne von einander relativ unabhängige Gestaltungsvorgänge*, deren Bedingungen dann derart festzustellen waren, daß *alle möglichen Änderungen* jenes typischen Entwicklungsganges *herbeigeführt werden konnten*. Wenn das erst bei einer Reihe von Pflanzen gelang, konnte man sich der *zweiten Aufgabe* widmen, in der *Festlegung der Bedingungen für die Bildung der Teile des Organismus* immer mehr *ins einzelne zu gehen*. Den ersten ausführlichen Bericht über Experimente an höheren Pflanzen bringen die „Willkürlichen Entwicklungsänderungen bei Pflanzen" (1903); die Arbeiten von 1904, 1905, 1906, 1907, 1910, 1918 bauen die gewonnenen Ergebnisse weiter aus.

II. 1. Die Änderung des Entwicklungsganges.

Auch bei Phanerogamen gelang es, die Bedingungen für ein *fortdauerndes Wachstum ohne Fortpflanzung*, d. h. ohne jede Bildung von Blüten oder Samen aufzufinden. Die verbreitete Gundelrebe, Glechoma hederacea, wuchs im Gewächshaus bei günstiger Ernährung und hellem Licht im Sommer, Zurückschneiden im Herbst und gleichmäßig hoher Temperatur im Winter eine Reihe von Jahren hindurch während des ganzen Verlaufs der Versuche ohne Blütenbildung fort; ebenso verhielt sich eine Reihe anderer Gewächse. Einjährige und zweijährige Pflanzen erhielt *Klebs* durch immer erneute Stecklingskultur der in der freien Natur in Blütenbildung aufgehenden Vegetationspunkte Jahre hindurch in fortdauerndem vegetativen Wachstum und bewies so ihre theoretisch unbegrenzte Lebensdauer.

Die *Umbildung von Blütensprossen in vegetative* vom Charakter der Ausläufer oder aufrechten Laubsprosse gelang nicht nur bei einfach gebauten Blütenständen, sondern auch bei zahlreichen hochentwickelten, vom Laubtrieb erheblich unterschiedenen. So glückte sie bei dem traubenförmigen Blütenstand von Veronica chamaedrys, einer Ehrenpreisart, obwohl dieser sich vom Laubsproß durch sein begrenztes Wachstum, seinen Mangel an Verzweigung, eine andersartige Behaarung, beträchtliche Abweichungen in Form und Größe der zerstreut stehenden Hochblätter von den quirlständigen Laubblättern weitgehend unterscheidet. Diese Umwandlung vollzog sich bei bereits blühenden Trieben innerhalb 14 Tagen durch die verschiedenartigsten Verbindungen von äußeren Bedingungen, unter denen nur eine geringe Lichtstärke jedesmal mitwirken mußte. Bei dem allmählichen Übergang zum vegetativen Wachstum zeigten die einzelnen Merkmale des vorher einheitlichen Blütenstands wie Blattform, Blattstellung, Zweigbildung, Behaarung eine Selbständigkeit der inneren Bedingungen, die Hoffnung auf ihre gesonderte Beherrschung durch äußere Bedingungen gibt. Dasselbe Ergebnis erzielte *Klebs* bei der in einer Reihe von Arbeiten eingehend untersuchten Hauswurzart Sempervivum Funkii. Eine blühreife Rosette von Sempervivum muß vor der Blütenbildung, am besten kurz bevor ihre Achse sich in die Länge streckt, in sehr günstige Ernährungsbedingungen gebracht oder nach Aufenthalt bei 30° C im Dunkeln hell und feucht kultiviert werden, damit der nachher entstehende Blütentrieb nach Bildung der ersten Blüten an Stelle der übrigen weiterhin Rosetten bildet. Hält man die Pflanze nach dieser Metamorphose fortdauernd in sehr günstigen Ernährungsbedingungen, so wird das normal absterbende Achsensystem des Blütenstandes unter Verdickung zu mehrjährigen Stengelorganen. Es mag hier die methodisch wichtige Tatsache hervorgehoben werden, daß alle die zahlreichen Versuche an Sempervivum Funkii, die *Klebs* über die verschiedensten Probleme der Entwicklungsbeeinflussung anstellte, an Rosetten vorgenommen wurden, die auf vegetativem Wege (d. h. durch Ableger- oder Stecklingsbildung, also ohne Samenerzeugung) von einer einzigen Rosette abstammten.

Aber auch *Blütentriebe* als solche, ohne Umwandlung in Laubsprosse, konnten selbständig gemacht und zur *Überschreitung ihrer engen Wachstumsgrenze* gezwungen werden; so wuchs der als Steckling gezogene Blütentrieb von Vero-

[1]) Thallophyten = Lagerpflanzen; unter diesem Namen werden die nicht in Sproß, Wurzel und Blatt gegliederten Pflanzen zusammengefaßt.

nica anagallis ohne Einstellung der Blütenbildung zu einer Länge von 80 cm heran, während er sonst höchstens 14 cm lang wird.

Organe, die normal *keine Blüten bilden, können hierzu gebracht werden*, wenn man die äußeren Bedingungen dazu herstellt. So können die Ausläufer von Sempervivum Funkii Blüten erzeugen, ja auch die Rosetten bringen nach Entfernung des schon blühenden Stengels bei vorangegangener kräftiger Ernährung Blüten in den Achseln der Rosettenblätter hervor, und selbst die sonst sterilen Hochblätter des Blütentriebes tragen Blüten, wenn man die blühreifen Rosetten in feuchter Luft hell kultiviert.

Bei Ajuga reptans gelang es, die Bedingungen zu finden, um *Ausläufer, Rosette und Blütentrieb gegenseitig ineinander zu verwandeln* ganz ohne Rücksicht auf die normale Aufeinanderfolge der Bildungen. Bei Sempervivum Funkii wurden fast alle Kombinationen der Entwicklung dieser drei Sproßformen hervorgebracht, die sich als möglich erwarten lassen.

Somit darf man den *Nachweis*, daß *auch die Formbildung der höheren Pflanzen nicht „von innen" fest bestimmt*, sondern von *äußeren Bedingungen abhängig* ist, für eine Reihe von Arten als erbracht ansehen.

II. 2. Die Feststellung der einzelnen äußeren und inneren Bedingungen.

Aber auch zu dem *zweiten* oben bestimmten *Aufgabenkreis*, der tiefer eindringenden *Analyse dieser Abhängigkeit für die einzelnen Teile* des Pflanzenorganismus, konnten bereits Vorarbeiten geleistet werden. Zunächst zeigte es sich, daß einzelne „Merkmale" der Pflanzen, wie Blattform, Verzweigung, Behaarung u. a. — die sich ja auch bei Vererbungsversuchen vielfach als selbständig erweisen, selbständig „mendeln" — bei ein und demselben Organ nicht in einheitlicher, sondern in verschiedenartiger Abhängigkeit von äußeren Bedingungen stehen, da sie z. B. bei Umwandlungen von Blütensprossen in vegetative Triebe in verschiedenem Maße abändern. Vor allem aber hat sich eine überraschend große „Variabilität" (Veränderlichkeit) der sonst für sehr konstant gehaltenen *Blütenmerkmale* im Zusammenhang mit Änderungen der Umgebung feststellen lassen. Bei Sempervivum Funkii (und ähnlich bei Campanula trachelium und Sedum spectabile) wurde Verzweigung und Blütenzahl des Blütenstandes, Blütenfarbe, Zahl und Form aller Blütenglieder, ja einzelne Teile desselben Organs, wie Stiel und Beutel des Staubblatts, in zahllosen Beispielen als *selbständig veränderlich* und damit von besonderen Bedingungen abhängig erkannt; die gegenseitige Metamorphose der Blütenglieder (Verwandlung der Staubblätter in Kronblätter [Petalodie] und in Fruchtblätter und umgekehrt) und eine Reihe anderer Umänderungen wurde häufig erzielt.

Bei Sempervivum gelang es auch, in die Einzelheiten der *Bedingungen der Blütenbildung*, vor allem ihre Abhängigkeit vom Licht, tiefer einzudringen (bes. 1918). Bei den beiden untersuchten Arten Funkii und albidum verläuft die Blütenbildung in drei durch verschiedene Beeinflussung durch äußere Bedingungen trennbaren Abschnitten. Nicht jede Rosette kann im Frühjahr zur Hervorbringung der Blütenanlagen gebracht werden; es muß dazu vielmehr ein bestimmter innerer Zustand erreicht sein, die sogenannte *„Blühreife"*. Ein Seitenstück dazu ist der Zustand der „Reizbarkeit", den *Klebs* in frühen Arbeiten für gewisse Algen, wie Hydrodictyon, Conferva, Draparnaldia, beschreibt, in dem diese sich befinden müssen, um auf bestimmte Außenbedingungen (Überführung in fließendes Wasser usw.) mit Zoosporenbildung zu antworten. Dort wie hier entwickelt sich diese besondere Vereinigung innerer Bedingungen unter dem Einfluß von bestimmten äußeren und kann nachträglich durch entgegengesetzt wirkende äußere Bedingungen wieder zerstört werden. Bei Sempervivum wird der blühreife Zustand durch helle Belichtung bei lebhafter Wasserverdunstung und einer relativen Einschränkung der Nährsalzzufuhr hergestellt, durch Feuchtigkeit und vermehrte Nährsalzaufnahme, die das vegetative Wachstum fördern, gehemmt. Lichtintensität und Temperaturwirkung stehen dabei im entgegengesetzten Verhältnis: je schwächer die zugeführte Lichtmenge, desto stärker hemmt höhere Temperatur den Vorgang; je tiefer aber bis zu einer gewissen Grenze die Temperatur ist, desto geringer darf die Lichtmenge sein, ja bei einer Temperatur von 6° C kann die Blühreife im Dunkeln nicht nur bewahrt, sondern an einer gut ernährten Rosette sogar hervorgerufen, die Lichtwirkung also ersetzt werden. Es kommt eben bei der Lichtwirkung, trotzdem ihre Quantität entscheidend ist, ganz offenbar nicht auf die absolute Menge, sondern auf die von ihr beeinflußten inneren Bedingungen, auf das durch ihre Einwirkung geänderte Verhältnis der Assimilation[1]) zur Dissimilation[2]), der energiespeichernden Vorgänge zu den abbauenden an. Alle Tatsachen führen *Klebs* in gleicher Richtung zu der Hypothese, daß für den „blühreifen Zustand" ein Konzentrationsüberschuß der Kohlenstoffassimilate (insbesondere der Zuckerarten) gegenüber den Mineralstoffen der Zellen (vor allem den Stickstoffverbindungen) maßgebend sei und damit dieselbe innere Bedingung wie für die Bildung der Geschlechtsorgane bei Algen und Algenpilzen und für die „höheren" Fruchtformen der Pilze überhaupt. Im Gegensatz zu dieser ersten Entwicklungsstufe ist die zweite, die Entstehung der mikroskopisch sichtbaren *Blütenanlagen*, nach allen bisherigen Ergebnissen unbedingt an eine Einwirkung des

[1]) Körperaufbau aus den Nahrungsstoffen.

[2]) Stoffzerlegung durch Atmung usw.

Lichtes gebunden, die bisher durch keine andere Bedingung ersetzt werden konnte. Die Intensität des Lichtes ist hier nicht allein ausschlaggebend, da die schwächer brechbaren roten Strahlen des Spektrums den Vorgang innerhalb weiter Grenzen der Intensität erregen, während die stärker brechbaren blau-violetten Strahlen ihn bei jeder, auch großer Stärke hemmen und den blühreifen Zustand schließlich zerstören. Außer (oder statt) einer Wirkung des Lichtes auf die Assimilation — der phototrophischen — kommt es also wesentlich auf eine bisher unerklärliche *blastische* Wirkung[1]) an, die in der Überführung des blühreifen Zustandes in den der eigentlichen Blütenbildung besteht. Die dritte Entwicklungsstufe, die *Bildung des Blütenstandes*, die in der Streckung der Achse, der Entstehung wickelartiger Seitenzweige und in der Entfaltung der Blüten besteht, zeigt fast dieselben Beziehungen zum Licht wie der erste Entwicklungsabschnitt. Es kommt hier nur auf die Intensität (bezw. Menge) des vom Blattgrün (Chlorophyll) absorbierbaren Lichtes an, das in seiner Wirkung gleichfalls durch niedere Temperatur, wenn auch nicht vollkommen, ersetzt werden kann.

Ganz ähnliche Ergebnisse erzielten die Versuche, die *Entwicklung von Farnprothallien*, d. h. den die Geschlechtsorgane tragenden „Vorkeimen" von Farnen, in einzelne Abschnitte zu zerlegen, die in verschiedener Weise von äußeren Bedingungen abhängen (1916 b, 1917 a, b). Bei gleichbleibender Temperatur und Nährstoffmenge zeigten sich alle einzelnen Entwicklungsstufen des Prothalliums von Pteris longifolia in gesetzmäßiger Weise von der Lichtintensität beherrscht, die sich für die Keimung, für Zahl und Richtung der Zellteilungen quantitativ festlegen ließ; auch hier besteht eine bestimmte Beziehung zwischen der Wirkung von Lichtstärke und Temperatur bei den einzelnen Prozessen, wie Keimung, Streckungswachstum und Prothallienbildung. Wie bei der Blütenanlage von Sempervivum tritt die gegensätzliche Wirkung der rot-gelben und der blau-violetten Strahlen scharf hervor, indem erstere die Keimung der Sporen erregen, die Längsstreckung der Keimzellen (und damit Keimfadenbildung) befördern, aber die Zellteilung hemmen, während die letzteren die Keimung stark hemmen, das Streckungswachstum einschränken, dagegen Längs- und Querteilungen (und damit Prothallienbildung) stark befördern. Auch hier ist die Wirkung der schwächer brechbaren Strahlen (trotzdem sie mit zunehmender Quantität steigt) auf die Keimung und Streckung von der Wirkung auf die C-assimilation[2]) völlig unabhängig, und *Klebs* kann in hohem Grade wahrscheinlich machen, daß sie die Entstehung eines Katalysators (Enzyms) hervorrufen, dessen Tätigkeit für die weitere Entwicklung ausschlaggebend wird. Von den blauen und violetten Strahlen dagegen muß eine Hemmungswirkung gegen die Entstehung dieses Katalysators ausgehen. Diese Annahme kann auch als Arbeitshypothese für die Erklärung des ähnlichen photoblastischen Einflusses bei Sempervivum dienen. Während eine Reihe anderer Farne sich ganz wie Pteris longifolia verhalten, zeigen andere Farne abweichende Beziehungen zum Licht; so keimt der Adlerfarn, Pteridium aquilinum, im Dunkeln so gut wie im Licht, und beim Königsfarn, Osmunda regalis, hängt die Wachstumsform in erster Linie von der ernährenden Wirkung des Lichtes ab.

Die Ergebnisse der Klebsschen Versuche seit 1903 haben auch die *begrifflichen Grundlagen seiner Auffassung vom Wesen der Entwicklungsvorgänge* in einem Punkt entscheidend geändert. Schon bei der Untersuchung der Fortpflanzungsbedingungen der Pilze war es schwierig gewesen, in jedem Fall einen spezifischen „morphogenen Reiz" zu ermitteln. Dieselben äußeren Faktoren wirkten meist zur Hervorrufung der verschiedenen Fortpflanzungsformen zusammen, und in einer oft geringfügigen Verschiebung der quantitativen Verteilung lag die Ursache für die Änderung der Gestaltungsweise. Viel stärker noch trat dieses Verhalten bei den höheren Pflanzen hervor, wo die verschiedenartigsten Verbindungen von äußeren Bedingungen dieselbe Formbildung bestimmen, ein und derselbe „Reiz" bei einer Pflanze ein ganz verschiedenartiges Verhalten erzielen konnte je nach den Bedingungen, unter denen sie vorher gestanden hatte. Diese Tatsachen führten *Klebs* dazu, auch die früheren Ergebnisse über Algen und Pilze einer neuen kritischen Zergliederung zu unterziehen, als deren Ergebnis er (1904) nun allgemein den Begriff eines *besonderen* „morphogenen Reizes" für jeden Gestaltungsvorgang aufgab und ihn durch die Abhängigkeit von einem Zusammenwirken einer Reihe (in bezug auf den Formbildungsvorgang „gleichwertiger") äußerer Bedingungen ersetzte. Aber nicht nur gegen die Voraussetzung *eines* gestaltenden Reizes, sondern gegen den Begriff eines *Reizes* überhaupt als Ursache der Gestaltungsvorgänge wendet sich seine Kritik, sofern dieser Begriff (mit *Pfeffer* und wohl den meisten Pflanzenphysiologen) ein Auslösungsgeschehen bedeuten soll, einen Vorgang mit dem Kennzeichen einer Unabhängigkeit vom Energiequantum der Ursache, bei dem der energetisch „kleinen" Ursache eine unverhältnismäßig große Wirkung entspricht. Hiergegen macht *Klebs* vor allem geltend, daß das Formbildungsgeschehen weitgehend gerade vom *Quantum* der ausschlaggebenden äußeren Bedingungen abhängt: die oben dargestellten Vorgänge der Blütenbildung von Sempervivum und der Entstehung der Farnprothallien geben die beste Veranschaulichung.

---

[1]) D. h. auf eine unmittelbare, nicht durch bessere Ernährung hervorgerufene Wirkung auf das *Wachstum*.

[2]) Gewinnung der Kohlenstoffverbindungen des Pflanzenkörpers aus der Kohlensäure der Luft im Licht mittels des Blattgrüns.

III. Die Zurückführung des Generationswechsels und anderer periodischer Lebenserscheinungen auf äußere Bedingungen.

Die neue methodische Einstellung und die sachlichen Ergebnisse dieser Untersuchungen über die Bedingungen der Gestaltungsvorgänge der Pflanzen wie die begrifflichen Grundlagen erwiesen sich bei ihrer wesentlichen Bedeutung für die Auffassung des Lebensgeschehens als außerordentlich fruchtbar für eine *Reihe weiterer Problemkreise*, von denen einige der wichtigsten noch kurz gekennzeichnet werden sollen.

Unter diesen hat das *Generationswechselproblem* einen gewissen zeitlichen Vorrang, sofern *Klebs* die erste seiner oben dargestellten Untersuchungen, die von Hydrodictyon, im Grunde zur Lösung der damals vielfach bejahend beantworteten Frage angestellt hatte, ob den grünen Algen ein ebensolcher fester Wechsel einer geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Generation zukomme, wie das für die Archegoniaten seit *Hofmeister* allgemein angenommen wird. Es ergab sich für Hydrodictyon wie späterhin für Vaucheria und andere Algen oder für die Pilze Sporodinia und Saprolegnia, daß eine notwendige Aufeinanderfolge verschiedener Fortpflanzungsformen in keiner Weise besteht, daß deren Erzeugung vielmehr von bestimmten, experimentell beherrschbaren Bedingungen abhängt (1899 b). Selbst den Generationswechsel der Farne und Moose hält *Klebs* nicht für eine so feste Einrichtung, daß es nicht gelingen sollte, ihn in trennbare Entwicklungsschritte aufzulösen. Unter diesem Gesichtspunkt erscheinen seine Farn-Untersuchungen als hoffnungerweckende Vorarbeiten einer neuen Behandlung des Generationswechselproblems.

Die formphysiologische Grundanschauung von *Klebs*, derzufolge es zielbewußter methodischer Forschung möglich sein muß, jedes Gestaltungsgeschehen am Organismus durch die Feststellung seiner äußeren und weiterhin seiner inneren Bedingungen soweit zu beherrschen, daß jede Art der Gestaltung an jedem Ort erzielt werden, jede Zelle zur Entfaltung aller überhaupt in ihr steckenden Möglichkeiten unter Umständen gezwungen werden kann, mußte ihm auch den Gedanken nahe legen, die *periodischen Erscheinungen des Pflanzenwachstums*, den zeitlichen Rhythmus einer Reihe von Gestaltungsvorgängen, von denen der Generationswechsel nur einen Sonderfall darstellt, durch einen Wechsel bestimmter äußerer Bedingungen statt durch erblichen Zwang zu erklären. Es mußte möglich sein, die Ursachen dieses Rhythmus durch methodische Züchtungsversuche aufzudecken und dadurch die Mittel in die Hand zu bekommen, ihn aufzuheben oder abzuändern. In der regelmäßig wiederkehrenden Ruheperiode vieler unserer einheimischen Gewächse, besonders in Laubfall und Lauberneuerung unserer sommergrünen Bäume und Sträucher, in der Jahresringbildung beim Dickenwachstum der Stämme, in der genau bestimmten Blütezeit vieler Pflanzen handelt es sich um solche Vorgänge, deren Bearbeitung von *Klebs* zum Teil schon mit Erfolg in Angriff genommen wurde. Bei vielen der Versuche mit Algen und Pilzen war das Problem einer Ausschaltung der in der Natur gegebenen zeitlichen Aufeinanderfolge und regelmäßigen Wiederholung von Gestaltungsvorgängen restlos gelungen.

Aber auch bei höheren Pflanzen wurde eine *Unterdrückung der Ruheperiode des Wachstums* erzielt. Von Stauden zeigte bei entsprechender Kultur z. B. Glechoma hederacea, von Kräutern die einjährige Möhringia trinervis oder die zweijährige Cochlearia officinalis bei Stecklingsbildung ununterbrochenes vegetatives Weiterwachsen (1903). Die Möglichkeit, einheimische Pflanzen oder solche aus gemäßigt periodischem Klima (Japan) in Buitenzorg und Tjibodas auf Java zu züchten und umgekehrt von dort tropische Gewächse nach Heidelberg zu verpflanzen, lieferte *Klebs* neue experimentelle Stützen und einen Ausbau seiner Theorie (1911, 1912, 1913a, 1915). So wuchsen von den in tropisches Klima übergeführten krautigen Gewächsen z. B. Dahlia variabilis, Allium Schoenoprasum, Acorus calamus, Carex Grayii während des ganzen Winters typisch wie im Sommer weiter, die drei letzteren vegetativ, während erstere mitten im Winter blühte, was in Europa unter Gewächshausbedingungen nie gelang. Die meisten Bäume und Sträucher aus gemäßigt periodischem Klima trieben in Buitenzorg und Tjibodas zu einer Zeit, wo sie in ihrer Heimat ruhen. Zu diesen Versuchsergebnissen kam die Beobachtung, daß zahlreiche tropische Bäume — wie Albizzia stipulata, Ficus geocarpa, Cocos nucifera u. a. — in ihrem durch Gleichmäßigkeit der Temperatur, Feuchtigkeit und des Lichts ausgezeichneten Heimatklima ununterbrochen fortwuchsen, und daß andere tropische Pflanzen, die trotz dieses Klimas Ruheperioden aufweisen, durch Entblätterung (wie 1911 auch *Dingler* gezeigt hatte), aber ebenso auch — so z. B. Tectonia grandis und Terminalia catappa — durch die entsprechend wirkende immer erneute Zufuhr frischer Nährsalze selbst in Heidelberg zu einem Weiterwachsen ohne Ruheperiode gebracht werden konnten. Das führte *Klebs* zu dem Schluß, daß es sich bei der Ruheperiode der Gewächse nicht um eine erblich überkommene feste Einrichtung, sondern um eine solche handeln müsse, die infolge bestimmter innerer Bedingungen zustande kommt, welche wiederum durch äußere Bedingungen geschaffen und zerstört werden. Niedere Temperatur und niederer Wassergehalt sowie vor allem geringe Nährsalzmengen sind die hauptsächlichen Faktoren zur Herbeiführung der Wachstumsruhe, während eine Steigerung der Temperatur, des Wasser- und Nährstoffgehaltes der Einstellung des Wachstums entgegenwirken. Da bei den Gewächsen mit festerer Ruheperiode der Wachstumsstillstand der Herabsetzung eines oder mehrerer der ausschlag-

gebenden Faktoren Temperatur, Feuchtigkeit und Nährsalzgehalt folgt, während gleichzeitig durch die weitergehende Assimilation in den Blättern eine Anhäufung organischer Stoffe (Stärke, Öl usw.) in den ruhenden Teilen stattfindet, so nimmt *Klebs* im Anschluß an eine Hypothese von *J. Sachs* und neuere Ergebnisse der Fermentlehre an, daß hierdurch die zum Wachstum nötigen Fermente der Zelle inaktiv gemacht werden. Ein Teil der in letzter Zeit besonders gepflegten und neu gewonnenen Verfahren des Frühtreibens — Gewächshauskultur, Warmbadmethode (*Molisch*), Entblätterungsversuche (*Goebel, Dingler*), Wasserinjektion (*Weber*), Nährsalzzufuhr (*Lakon*) — finden durch diese Annahme ohne weiteres, andere, wie das Ätherverfahren (*Johannsen*) wenigstens vermutungsweise eine Erklärung. Die glänzendste Bestätigung dieser Theorie war es aber, daß es *Klebs* auf ihrer Grundlage gelang, eine Methode zu finden, um selbst die von allen unseren Bäumen in ihrer Ruhe festesten und bisher unangreifbarsten Knospen der Buche (Fagus silvatica) im Januar zu vollem Austreiben zu bringen, nämlich die fortwährende Bestrahlung mit elektrischem Licht (1913a, 1914). Hier ist es die erhöhte Lichtmenge, die eine Reaktivierung der Fermente herbeiführt. In der Folgezeit gelang es (1917c) in diesem Lichtraum bei einer ausgiebigen Nährsalzzufuhr Buchen 8 Monate lang dauernd treiben, Eichen zu jeder Jahreszeit, im Sommer 3 Monate lang, im Winter 4 Monate ununterbrochen wachsen zu lassen, obwohl beide Baumarten sonst nur im Frühjahr 3—4 Wochen lang treiben. Bei Robinia pseudacacia und Ailanthus glandulosa, „sympodial" wachsenden Baumarten mit Wachstums- und Ruhezeiten (d. h. solchen, deren Hauptsproß in der Ruheperiode abstirbt, während im nächsten Jahr eine Seitenknospe die Verlängerung des Verzweigungssystems übernimmt) gelang es, den Gipfelvegetationspunkt jeweils 10 Monate hindurch, auch während des ganzen Winters, unaufhörlich treiben zu lassen. Das Verhalten der Pflanzen in der Natur ist also durch äußere und innere Bedingungen, vor allem durch verhältnismäßigen Nährsalzmangel bedingt. Durch dasselbe Mittel der dauernden Lichtbestrahlung erreichte er bei Sempervivum Funkii auch eine *Verschiebung der Blütezeit* (1913a, 1918). Die Entstehung der mikroskopisch wahrnehmbaren Blütenanlagen erfolgt sonst mit großer Pünktlichkeit, auch unter verschiedenen klimatischen Verhältnissen, bei blühreifen Rosetten Ende April, die Entwicklung des Blütentriebs im Juni. Unter dem Einfluß der Dauerbelichtung mit Osramlampen erreichte er, die Pflanzen in jedem Wintermonat zum Blühen zu bringen.

IV. Die Bedingungen anomaler Gestaltungen.

Auch für gewisse Gebiete der pflanzlichen Pathologie, so für die *Teratologie*, die Mißbildungslehre, ergeben sich aus den Klebsschen Versuchen neue Gesichtspunkte. Sind doch vor allem die zahlreichen Blütenvariationen (1905, 1906, 1907), die bei Sempervivumarten, bei Sedum spectabile u. a. Pflanzen erzeugt wurden, gerade solche Metamorphosen, wie sie die Teratologie sammelt und untersucht. Die Klebsschen Versuche legen den Gedanken als fruchtbare Arbeitshypothese nahe, daß es eben dieselben Bedingungen der normalen Ausbildung der einzelnen Blütenteile — also quantitativ abgestufte Konzentrationsverhältnisse der Kohlehydrate, Nährsalze und anderer Zellinhaltsstoffe — seien, welche auch für ihre anormale Umbildung verantwortlich sind; nur ihre Aufeinanderfolge ist geändert. Derselbe Gedanke wird von *Klebs* auch einer kausalen Analyse in der *Regenerationslehre* zugrunde gelegt. Die Entnahme eines Organs, welcher eine Neubildung folgt, soll eben jene inneren Bedingungen geschaffen haben, welche auch im normalen Entwicklungsgang zu seiner Ausbildung führen. Versuche an Weidenarten veranschaulichen diesen Gedankengang. Bei Arten mit zarter, wasserdurchlässiger Rinde wie Salix alba vitellina pendula gelingt an beliebiger Stelle eines Zweiges die Hervorrufung starker Wurzelbildung, wie sie sonst nur an Stecklingen als Kallusrestitution auftritt, durch dauernde Benetzung; bei Arten mit starker Korkschicht muß außerdem diese entfernt werden, damit dieselbe innere Bedingung der Wurzelbildung, nämlich reichliche Wasserdurchtränkung, gegeben ist.

V. Die Bedingungen der Formbildung und der Artbegriff.

Von großer Bedeutung sind die Klebsschen Untersuchungen auch für eine Reihe *systematischer Probleme*. So konnte *Klebs*, auf sie gestützt, einer damals beliebten Strömung in der Algensystematik gegenübertreten, welche die Zusammengehörigkeit der verschiedensten Arten, ja Gattungen, in den Entwicklungskreis einer einzigen Alge behauptete. Er stellte für den Nachweis eines solchen *Polymorphismus*, wie er besonders von *Kützing*, später von *Cienkowski* und *Hansgirg*, in neuerer Zeit von *Chodat* und *Borzi* vertreten wurde, drei Forderungen auf: Untersuchung der Organismen in einer von einem einzigen Individuum ausgehenden Reinkultur, mikroskopische Beobachtung der behaupteten Umbildung und Feststellung ihrer Bedingungen, und erzielte einen besonderen Erfolg, indem er zeigte, daß in den durch *Rostafinski* und *Woronin* beschriebenen Entwicklungsgang der Schlauchalge Botrydium granulatum ein ganz anderer Organismus aufgenommen worden war, der sich durch den Bau der Zelle auch morphologisch weitgehend unterschied, und den er Protosiphon botryoides nannte. Es zeigte sich weiter, daß auch viele andere Nöte der Algensystematik nur mittels Reinkultur unter methodischer Änderung der Bedingungen zu beseitigen sind. Bei Stigeoclonium z. B. hatte man der *Arteinteilung* gerade die *Merkmale* zugrunde

gelegt, die sich in der Kultur als die *variabelsten* erwiesen; viele bisherige „Arten" sind sicher nur Standortsformen. Das Verhalten eines Organismus gegenüber der wechselnden Umwelt, nicht nur unter den zufälligen Bedingungen einer Naturbeobachtung, muß zur Grundlage der wissenschaftlichen Systematik werden. So sind z. B. Oedogonium diplandrum und Oe. capillare außer durch Abweichungen in der Zellgröße, im Bau der Fadenenden usw. dadurch unterschieden, daß die Zoosporenbildung bei beiden unter gänzlich verschiedenen äußeren Bedingungen erfolgt. Hormidiumformen mit recht geringen morphologischen Unterschieden halten diese unter den verschiedensten Kulturbedingungen in deutlicher Trennung fest, dürfen also als echte Arten, nicht nur als Standortsformen, gelten. Auch bei den Pilzen ergab sich die Notwendigkeit, wie das besonders deutlich in der Untersuchung über Saprolegnia mixta zutage tritt, für jedes „Merkmal" den Variationskreis seiner Bedingungen festzustellen.

Ebenso fruchtbar erweist sich dieser Versuch, die Systematik auf eine formphysiologische Grundlage zu stellen, bei den höheren Pflanzen. Die wichtigsten Ergebnisse der *Variations-*, *Vererbungs-* und *Mutationslehre* gewinnen hier eine besondere Beleuchtung und große Einheitlichkeit. Die Bedeutung der Klebsschen Auffassung der Lebewesen, aus der sein Artbegriff fließt, ergibt sich am besten aus der Gegenüberstellung mit der üblichen Auffassung, wie sie etwa von *Wilhelm Roux* am bündigsten formuliert wurde. Danach hat jede Spezies einen „typischen" Entwicklungsgang und „typische" Formeigentümlichkeiten, die sich bei Konstanz aller äußeren Bedingungen von innen heraus, vom Organismus selbst bestimmt ausbilden, wobei den Faktoren der Außenwelt nur eine auslösende Bedeutung zukommt. Alle durch äußere Faktoren bewirkten Änderungen dieser Entwicklung, seien sie nun häufige („normale") oder seltene („anormale") stellen Abweichungen, atypische Bildungen dar, keine Speziescharaktere. Die Grundvoraussetzung dieser Anschauung wird von *Klebs* bestritten. Es gibt weder wirkliche Unveränderlichkeit der äußeren Lebensbedingungen noch eine Unabhängigkeit einer Formbildung von den äußeren Bedingungen, welche jene vielmehr stets auch der Art nach bestimmen. Daher gibt es nach ihm auch keinen „typischen" Entwicklungsgang und keine „typischen" Merkmale, sondern nur einen „normalen" Entwicklungsgang und „normale" Merkmale, d. h. solche, die unter den in der Natur gewöhnlich gegebenen (normalen) Bedingungen entstehen. In der „spezifischen Struktur" eines Organismus liegen Möglichkeiten („Potenzen") zu zahllosen Formbildungen, von denen jede ganz bestimmten inneren Bedingungen und damit gewissen Verbindungen äußerer Faktoren gesetzmäßig zugeordnet ist. Es gibt keine Form schlechthin in der Natur, sondern nur eine von bestimmten Bedingungen abhängige und durch sie verwirklichte Form. *Nicht besondere „Merkmale" sind die Kennzeichen einer Naturart oder Spezies, sondern besondere Arten des Reagierens auf bestimmte äußere Bedingungen.* Darin unterscheiden sich zwei „Arten", daß sie unter *gleichen* Bedingungen sich *verschieden verhalten;* in einem besonderen Abgestimmtsein auf die Außenwelt liegt nach dieser Auffassung das Wesen der Spezies und damit der Vererbung. Es gibt keine besondere „Erbmasse" mit festen „Anlagen" (wie sie *Klebs* selbst noch in seinen ersten Arbeiten festhielt), sondern ein von uns hinzunehmendes Zusammengegebensein („Struktur") von Reaktionsmöglichkeiten („Potenzen") auf die Bedingungen der Außenwelt. Auch auf das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften fällt von dieser Betrachtungsweise her neues Licht; zumeist handelt es sich nämlich in den heute viel besprochenen Beispielen um eine unmittelbare Übertragung erworbener innerer Bedingungen, nicht um Änderungen des erblichen Verhaltens. Aufgabe einer wissenschaftlichen Bearbeitung des Speziesproblems muß es daher sein, für einzelne Organismen den ganzen Umkreis ihrer Formbildungen, ihrer „Variationen" unter allen herstellbaren Bedingungen zu erforschen. Die „Variation" ist danach nicht Abweichung vom „Typus" der Spezies, den es als solchen gar nicht gibt, sondern ein Teil des Speziesbegriffs selbst. Hieraus ergibt sich auch, daß die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die „Variationen" der Merkmale, die sogenannten Queteletschen Regeln, das Wesentliche nicht herausheben, sondern gerade verdecken, nämlich die Abhängigkeit dieser Variationen von den Änderungen der Lebensbedingungen. Jede Art des durch die verschiedensten „Variationskurven" darstellbaren Verhaltens läßt sich durch bestimmtes Zusammenwirken der Außenbedingungen an jedem einzelnen „Merkmal" erzielen. Die Untersuchungen über die Variationen von Sempervivum-Arten, von Veronica chamaedrys, von Sedum spectabile u. a. (1905, 1906, 1907) geben reichliches Anschauungsmaterial zu diesen Sätzen.

Die *stammesgeschichtliche Entwicklung der Lebewesen* muß daher auf einem Wechsel der Art zu reagieren, auf der *Veränderung der Potenzen* beruhen, deren Ergebnis *Klebs* im einzelnen Fall wie *de Vries* als „*Mutation*" bezeichnet. Auch solche Mutationen müssen durch äußere Bedingungen hervorgerufen werden, die hier — wie immer — mittelbar und unmittelbar einwirken. Mittelbar, indem sie einen bestimmten Zustand innerer Bedingungen schaffen, auf den dann dieselben oder andere äußere Bedingungen unmittelbar so einwirken, daß der Organismus mit der Änderung einer oder mehrerer seiner Potenzen, seiner Verhaltensweisen, antwortet. *Klebs* hat mehrfach versucht, solche erworbenen Änderungen des erblichen Verhaltens, solche echte „Vererbung erworbener Eigenschaften" bei seinen Versuchspflanzen zu erzielen. Zunächst gelang es ihm

(1906), aus Samen von Veronica chamaedrys, deren Mutterpflanzen durch besondere Bedingungen zur Verlaubung des Blütenstandes gebracht worden waren, Pflanzen zu züchten, welche die Verlaubung schon unter „normaleren" Bedingungen zeigten, d. h. unter solchen, die bei den Mutterpflanzen hierzu noch nicht ausreichten. Später (1909) zeigten Sämlinge aus künstlich veränderten Mutterblüten von Sempervivum acuminatum schon unter „normalen" Bedingungen — und zwar in gesteigerter Form — Blütenvariationen (Petalodie, Rosettenbildung im Blütenstand usw.), die bei der Mutterpflanze nur unter anormalen Bedingungen (Entfernung der „typischen" Blüten an besonders gut ernährter Pflanze) auftraten. Während hier noch keine endgültige Sicherheit über die Erblichkeit der neuen „Rassen" oder „Halbrassen" besteht, konnte *Klebs* bei seinen Kulturen von Nicotiana tabacum das Auftreten eines echten, bisher nicht beobachteten Mutanten feststellen (1916a), der als Bastard auftrat und sich durch das Bestehen eines sehr hohen Prozentsatzes von Blütenmißbildungen (Zerreißen der Blütenkrone, starke Petalodie des Kelches usw.) unter normalen Bedingungen kennzeichnete. Aus dieser lacerata-Form ließ sich nach den Mendelschen Regeln eine völlig neue Rasse apetala ohne Blütenkrone, mit völlig petaloidem Kelch und anderen Anomalien abspalten, die sich als konstant erwies. Die Bedingungen, welche die Mutation hervorgerufen hatten, gelang es freilich noch nicht zu ermitteln. Immerhin ist auch hier ein Anfang zu verheißungsvoller Zukunftsarbeit gemacht.

Es konnten hier nur einige der wichtigsten Problemkreise herausgegriffen und umrissen werden, auf die die Klebsschen Forschungen sich erstrecken. Die Darstellung hat aber ihren Zweck erfüllt, wenn sie die großzügige Einheitlichkeit dieser reichen Lebensarbeit aufweist, auf deren bedeutende Erweiterung und Krönung wir hoffen dürfen, und wenn sie weiterhin zeigt, daß die Grundbegriffe, Methoden und Ergebnisse seiner Untersuchungen einen festen Unterbau für das Gebäude einer künftigen botanischen Physiologie der Gestaltung bieten und einen großen ersten Schritt zu dem Ziel der Beherrschung der pflanzlichen Form bedeuten.

Literaturverzeichnis.

1889. *Klebs, Georg,* Zur Physiologie der Fortpflanzung. Biol. Zbl. 9. 1889.
1890. Über die Vermehrung von Hydrodictyon utriculatum. Ein Beitrag zur Physiologie der Fortpflanzung. Flora 1890.
1891. Über die Bildung der Fortpflanzungszellen bei Hydrodictyon utriculatum. Bot. Zeitg. 1891.
1892. Zur Physiologie der Fortpflanzung von Vaucheria sessilis. Verh. naturf. Verein. Basel. 10, 1892.
1893. Über den Einfluß des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biolog. Zbl. 13, 1893.
1894. Über das Verhältnis des männlichen und weiblichen Geschlechts in der Natur. Jena. 1894.
1895. Über einige Probleme aus der Physiologie der Fortpflanzung. Verh. Ges. d. Naturf. u. Ärzte. Allg. Teil. Leipzig. 1895.
1896. Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. (Über die Fortpflanzungsphysiologie der niederen Organismen, der Protobionten. Spezieller Teil.) Jena 1896. 543 S.
1898. Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze I. Sporodinia grandis. Jahrb. f. wiss. Bot. 32. 1898.
1899a. — II. Saprolegnia mixta. Jahrb. wiss. Bot. 33. 1899.
1899b. Über den Generationswechsel der Thallophyten. Biol. Zbl. 19. 1899.
1900a. Zur Phys. d. Fortpfl. ein. Pilze III. Allgemeine Betrachtungen. Jahrb. f. wiss. Bot. 35. 1900.
1900b. Einige Ergebnisse der Fortpflanzungsphysiologie. Ber. d. d. bot. Ges. 18. 1900.
1902. Über Sporodinia grandis. Bot. Zeitg. 1902.
1903. Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Ein Beitrag zur Physiologie der Entwicklung. Jena 1903. 166 S.
1904. Über Probleme der Entwicklung. I., II., III. Biolog. Zbl. 24, 1904.
1905. Über Variationen der Blüten. Jahrb. wiss. Bot. 42. 1905.
1906. Über künstliche Metamorphosen. Abhandl. naturf. Ges. Halle. 25. 1906.
1907. Studien über Variation. Arch. f. Entw.-Mech. d. Org. 24. 1907.
1909. Über die Nachkommen künstlich veränderter Blüten von Sempervivum. Sitzber. Heidelberger Akad. d. Wiss. M.-n. Kl. 1909.
1910. Alterations in the Development and Forms of Plants as a Result of Environment. Proceed. of the Royal Soc. B. 82. 1910. Croonian Lecture.
1911. Über die Rhythmik in der Entwicklung der Pflanzen. Sitzber. Heidelb. Akad. 1911.
1912. Über die periodischen Erscheinungen tropischer Pflanzen. Biol. Zbl. 32. 1912.
1913a. Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Eine theoretische Betrachtung. Sitzber. Heidelb. Akad. 1913.
1913b. Physiologie der Fortpflanzung. Handwörterbuch der Naturwissensch. 4. 1913.
1914. Über das Treiben der einheimischen Bäume, speziell der Buche. Abhandl. Heidelb. Akad. 1914.
1915. Über Wachstum und Ruhe tropischer Baumarten. Jahrb. wiss. Bot. 1915.
1916a. Über erbliche Blütenanomalien beim Tabak. Zeitschr. indukt. Abst. und Vererbl. 17. 1916.
1916b. Zur Entwicklungsphysiologie der Farnprothallien. I. Sitzber. Heidelb. Akad. 1916.
1917a. —. II. ebda. 1917.
1917b. —. III. ebda. 1917.
1917c. Über das Verhältnis von Wachstum und Ruhe bei den Pflanzen. Biol. Zbl. 37. 1917.
1918. Über die Blütenbildung von Sempervivum. Flora. N. F. 11. 1918.

Besprechungen.

Volhard, F., Die doppelseitigen hämatogenen Nierenerkrankungen (Brightsche Krankheit). Berlin, Julius Springer, 1918. 576 S., 24 farbige Textabbildungen und 8 lithographische Tafeln. Preis M. 36.—.

Die Nierenkrankheiten dürfen in der Gegenwart nicht nur auf das Interesse der Ärzte, sondern aller naturwissenschaftlich Gebildeten in erhöhtem Maße rechnen, da es sich hier nicht nur um eine seit langem bekannte Krankheitsgruppe handelt, sondern weil unter dem Einfluß des Kriegs sich wichtige Änderungen vollzogen haben. Bisher nahm man in erster Linie Infektionskrankheiten als Ursachen der Nierenerkrankungen (Nephritiden oder Nephropathien) an, die sich meistens bei Kindern oder jungen Personen entwickelten, zumeist abheilten oder zum kleinern Teile unter gelegentlichen Verschlimmerungen auch dauernd wurden.

In zweiter Reihe bildeten sich die krankhaften Prozesse an den Nieren bei älteren Personen in der Regel ganz schleichend, ohne jeden erkennbaren äußeren Anlaß, aus, um erst nach Frist von Jahren oder Jahrzehnten das tötliche Ende herbeizuführen.

Hierzu ist nun in den letzten Jahren die *Kriegsnierenentzündung* getreten. In früheren Kriegen noch nie beobachtet, macht sich jetzt seit 1915 augenscheinlich unter der Einwirkung des Schützengrabens das gehäufte Vorkommen dieser Krankheit bemerkbar. In der großen Mehrzahl der Fälle gehen die Krankheitssymptome bei geeigneter Behandlung im Verlauf von mehreren Wochen oder Monaten vollständig zurück. Bei einer Minderzahl verzögert sich die Heilung jedoch, und einzelne Störungen halten sich so hartnäckig, daß mitunter auch mit einem chronischen Siechtum zu rechnen ist. Die große Bedeutung dieses Leidens ist dadurch leicht begreiflich, obgleich die Zahl der frühzeitig erfolgenden Todesfälle glücklicherweise gering ist. Schließt auch das Krankheitsbild der akuten Kriegsnephritis sich den bekannten Formen an, so ist das gehäufte Auftreten an einzelnen Orten und zu gewissen Zeiten noch nicht vollständig geklärt. Schon dieser Umstand läßt es erklärlich erscheinen, wenn man dem großen Werk von *Volhard* ein reges Interesse entgegenbringt.

Das vorliegende Buch ist als zweite Auflage des klinischen Teils des 1914 erschienenen Werks von *Volhard* und *Fahr* über den gleichen Gegenstand anzusehen und stellt einen Abdruck aus dem III. Band des Handbuchs der inneren Medizin von *Mohr* und *Stähelin* dar. Über die Hälfte des Werkes ist dem allgemeinen Teile vorbehalten, der Schilderung der normalen und pathologischen Physiologie der Nierentätigkeit, der Veränderungen an dem Herz- und Gefäßapparat, der Urämie (Harnvergiftung) und ihrer Behandlung, der Albuminurie (Eiweißausscheidung im Harn) und schließlich der Geschichte und Einteilung der Nierenkrankheiten. Erst in der zweiten kleineren Hälfte werden die einzelnen Krankheitsbilder besprochen. Die Darstellung beruht im wesentlichen auf eigenen Beobachtungen, neben denen noch andere aus der Literatur gelegentlich mit verwertet sind. Die gesamte Auffassung des Schriftstellers ist im höchsten Maße subjektiv und Referent hat vielfach die Empfindung, als wenn die Anschauungen anderer Kliniker nicht genügend berücksichtigt werden. Dies ist aber die Schattenseite, die bei jeder ausgesprochenen Individualität anzutreffen ist. Auf alle Einzelheiten des Werkes in dieser Beziehung einzugehn, würde den Rahmen des Referats weit überschreiten, nur wenige Punkte seien erwähnt.

Bei der Behandlung der schweren akuten Form der Nierenentzündung, so auch der Kriegsnephritis, empfiehlt *Volhard* zeitweilig völlige oder annähernd vollständige Nahrungsenthaltung. Seit Einführung der Fastenkur, wie er sie nennt, hat *Volhard* bei der akuten Nephritis kaum mehr eine eklamptische Urämie ausbrechen sehen, auch dann nicht, wenn eklamptische Äquivalente, wie Kopfschmerz, „Dosigkeit", Amaurose usw. bereits die Bereitschaft zur Eklampsie verkündeten. Nach einigen Tagen soll dann der „Wasserstoß" versucht werden, indem nüchtern 1½ Liter Wasser bisweilen mit dem Zusatz eines harntreibenden Mittels (Theophyllinnatrium 0,5 g) getrunken werden. Hiergegen wurden schon von anderer Seite Bedenken geäußert. Referent glaubt in ähnlichen Fällen und namentlich bei den schweren Verschlimmerungen von chronischen Nierenentzündungen, die allen Behandlungsmethoden die größten Schwierigkeiten entgegensetzten, gleiche Erfolge von einer leicht verdaulichen ganz eiweißarmen Kost gesehen zu haben, die im wesentlichen aus Reis, Sahne, Tee, Obst in Form von Kompotts usw. bestand. Die theoretische Überlegenheit dieser, doch sicher weniger eingreifenden Ernährungsweise liegt darin, daß bei der *Volhards* Fastenkur der Eiweißumsatz des hungernden Organismus ein größerer ist, als wenn er durch die eiweißarme Kost verringert wird. Dadurch wird aber die Schonung der Nieren gefördert, wenn die aus dem Umsatz des Organismus sich ergebenden Schlacken auf das denkbar niedrigste Maß herabgedrückt werden. — Auch gegen die scharfe Unterscheidung der *herdförmigen* von den *diffusen* Glomerulonephritiden müssen ernste Bedenken geltend gemacht werden, zumal überhaupt das Vorhandensein der nicht septischen Form von Herdnephritiden bestritten ist. Ferner weicht Referent auch in seiner Auffassung über die chronische Schrumpfniere, insbesondere deren mildere Form, der sogenannten blanden oder benignen Nieren-Sklerose von *Volhard* ab. *Volhard* betrachtet diese Krankheitsgruppe im wesentlichen als durch die arteriosklerotischen Veränderungen an den kleinen Gefäßen entstanden, während sie Referent, wie er dies an anderer Stelle ausführlich begründet hat, wenigstens in vielen Fällen als eine von Anfang an oder durch die Behandlung gemilderte Form der Nierenentzündung ansieht.

Alle diese Punkte können natürlich hier nicht weiter erörtert werden. Jedoch soll durch deren Erwähnung nicht der Wert des Volhardschen Werkes herabgedrückt werden. Gerade auf dem Gebiete der Nierenkrankheiten sind die Anschauungen noch sehr im Fluß und es würde schwer sein, ein Werk zu schreiben, das allen Anschauungen gerecht wird. Zum Schluß sei noch die vorzügliche Ausstattung des ganzen Buches hervorgehoben, die Abbildungen sind fast ohne Ausnahme vortrefflich gelungen, so daß es dem Verleger und dem deutschen Buchhandel zur Ehre gereicht.

F. Hirschfeld, Berlin.

Zacher, Friedrich, Die Geradflügler Deutschlands und ihre Verbreitung. Systematisches und synonymisches Verzeichnis der im Gebiete des deutschen Reiches bisher aufgefundenen Orthopteren-Arten (Dermaptera, Oothecaria, Saltatoria). Jena, Gustav Fischer, 1917. VII, 287 S. und eine Verbreitungskarte. Preis M. 10,—.

Unter Geradflüglern werden hier verstanden die Ohrwürmer, Schaben, Fangheuschrecken, Feldheuschrecken, Laubheuschrecken und Grillen, und es kommt dem Verfasser vor allem darauf an, den Forschern und Sammlern zu zeigen, wo die Tiere zu suchen sind, die sie brauchen. Demgemäß stellt den Kern des Buches der mehr als 200 Seiten umfassende *Katalog der Fundorte* der deutschen Orthopterenarten dar, ein mit immensem Fleiß nach der Literatur und den eigenen Erfahrungen des Verfassers gearbeitetes Verzeichnis, das für tiergeographische Betrachtungen sicherlich eine brauchbare Grundlage bietet. Wenn der Verfasser selbst davon nicht den ausgiebigen Gebrauch gemacht hat, der möglich gewesen wäre, so liegt das vor allem daran, daß die Tiergeographen überhaupt von dem reichen Tatsachenmaterial noch nicht allgemein Kenntnis nehmen, das in der Klimatik sowie in der physikalischen und chemischen Durchforschung des Bodens unserer Heimat als geronnene Arbeit vorliegt. Z. B. die Hellmannschen Regenkarten zu verwenden, oder sein Gebiet etwa in der Art zu betrachten, wie *Dove*

und *Frankenhäuser* das für die Luftkurorte (1910) getan haben, scheint noch keinem deutschen Biographen als erstrebenswerte Aufgabe erschienen zu sein. Künftighin sollte es unmöglich sein, biologische Beobachtungen im Gelände zu notieren, ohne gleichzeitig Temperaturen, Feuchtigkeitsgehalt, Lichtstärke usw. zu bestimmen. Denn erst so wird sich ein auch auf Physik und Chemie gegründetes Bild der Verbreitung der Organismen entwerfen lassen, ein Bild, das in jedem seiner Züge zu jeder Zeit sowohl geographisch als biologisch auswertbar ist. Mindestens ebenso wichtig wie die *Sammlung* ist das in dem eben umschriebenen Sinne ausgeführte *Tagebuch* des Beobachters.

Das Zachersche Buch hat das Lob eines Orthopterologen wie *H. Karny* in Wien[1]) und die Zustimmung eines Kenners der deutschen Tierwelt wie *C. Zimmer* in München[2]) gefunden, und so darf sich unsere Betrachtung wohl auf die weitere Kreise interessierenden Kapitel des Werkchens beschränken. Dem Fundortskatalog schickt *Zacher* 8 kurze Kapitel voraus, in denen er sich über die Literatur, über die Artabgrenzung bei den Heuschrecken und zur Ökologie der Geradflügler äußert. (Er faßt diese Kapitel als Allgemeine Einleitung zusammen, wobei zu fragen wäre, was davon allgemein und was am Katalog besonders ist.) Die Anschauungen des Verfassers über die Herkunft der deutschen Orthopterenfauna (Diskontinuierliche Verbreitung, Vorposten oder Relikt?, Kap. 5) sowie das, was er über Verbreitungshemmnisse, Lebensgemeinschaften, Abhängigkeit von Klima, Boden und Pflanzenwuchs zu sagen weiß (Kap. 6), sind den Lesern der „*Naturwissenschaften*"[3]) aus unserem zustimmenden seinerzeitigen Bericht bekannt. Für das gelungenste Kapitel des Buches halten wir den im Anschluß an *Graebners* pflanzengeographische Schriften gearbeiteten Abschnitt über die Verteilung der einheimischen Orthopteren auf die Pflanzenformationen (S. 33 bis 36). Manche gute Anregung steckt auch in den Erörterungen des Kapitels 2: über den „Artbegriff, seine ideale und praktische Definition, Veränderlichkeit und Vererbung bei den Geradflüglern, Bedeutung der Kurzflügligkeit". *Zacher* nimmt hier Stellung gegen *Lotsys* Versuch (Progressus rei botanicae 1913), alle durch eine einzige Erbanlage, ein „Gen", unterschiedenen Formen als Arten, sogenannte „Genotypen", zu betrachten. „Wenn wir also z. B. annehmen, bemerkt *Zacher*, daß die gelbe Färbung am Hinterrande des Vorderrückens bei *Oedipoda coerulescens var. marginata* Karny sich konstant vererbt und für diese erbliche Eigenschaft ein Gen A, für das Fehlen der Eigenschaft ein Gen a besteht, so würden alle homozygoten Formen A A zu einer Art *marginata* Karny, alle homozygoten Formen a a zu einer zweiten Art *coerulescens* L. gehören, während die hetorozygoten Bastarde A a äußerlich der einen oder der andern Art gleichen oder auch eine intermediäre Form bilden könnten. Die Feldheuschrecken der *Stenobothrus*-Gruppe mit ihren zahllosen Färbungsabweichungen müßten dann, wenn für jede solche Färbungsspielart ein Gen vorhanden wäre, in eine unübersehbare Anzahl von Arten aufgelöst werden. Da dann aber fast jedes einzelne Individuum einer besonderen Art zugerechnet werden müßte, würde das praktisch zu unhaltbaren Zuständen in der Systematik führen." *Zacher* sagt darum lieber mit *Plate*: „Zu einer Art gehören sämtliche Individuen, welche die in der Diagnose festgestellten Merkmale besitzen, wobei vorausgesetzt wird, daß sich die äußeren Verhältnisse nicht ändern; ferner alle davon abweichenden Individuen, die mit ihnen durch häufig auftretende Zwischenformen verbunden sind, ferner alle, die mit den vorgenannten Formen nachweislich in genetischem Zusammenhange stehen oder sich durch Generationen fruchtbar mit ihnen paaren." Läßt sich nach dieser Definition dann und wann einmal Art und Varietät nicht sicher trennen, so macht das praktisch nichts aus, es gewinnen sogar derartige Studien einen eignen Reiz, wie man den weiteren Ausführungen *Zachers* entnehmen kann. So gibt es z. B. zwei Heuschreckenartenpaare, die *bei uns* scharf von einander getrennt sind, in *entfernten Gebieten* jedoch durch Zwischenglieder lückenlos verbunden erscheinen.

Vermißt an dem Buche habe ich eine Studie über die *Lautäußerungen* der Geradflügler, Erscheinungen, die schon allein für das Sammeln der Tiere von Bedeutung sind, das Bild ihres Gehabens aber einschneidender beeinflussen als viele andre Eigenschaften, und gewünscht hätte ich, mit *Karny* und *Zimmer*, daß *Zacher* seine an die Synonymie gewandte Mühe durch knappe Charakterisierung der Arten (durch morphologische und physiologische Kennzeichen) gekrönt hätte.

Thilo Krumbach, Rovigno.

[1]) Verhandlungen der k. k. zoolog.-bot. Ges. Wien 1918.

[2]) Biologisches Zentralblatt. *38.* Bd. (1918).

[3]) Diese Zeitschrift Jahrg. 1917.

Bühler, Karl, Die geistige Entwicklung des Kindes. Jena, Gustav Fischer, 1918. XVI, 378 S. und 26 Abbildungen im Text. Preis M. 10,—.

Mit der bedeutenden Entwicklung, welche die „allgemeine" Psychologie in den letzten Jahrzehnten durchmachte, hat unter den Teilgebieten der „differentiellen" Psychologie besonders die Arbeit über das Seelenleben und die seelischen Eigentümlichkeiten des *Schul*kindes einigermaßen Schritt gehalten. Dagegen ist bis vor kurzem die Psychologie der *frühen* Kindheit etwas vernachlässigt worden, und ein Grund hierfür ist nicht schwer darin zu finden, daß in dieser Altersstufe dem Psychologen im wesentlichen nur seine eigenen Kinder zur Beobachtung und zum Experiment zur Verfügung stehen; erst wenn mehrere Eltern, die zugleich Psychologen sind, an ihren Kindern unter gleichen Gesichtspunkten Beobachtungen angestellt und die Ergebnisse einander zugänglich gemacht haben, können diese aus dem Bereiche des Zufällig-Individuellen in den des Wissenschaftlich-Allgemeingültigen erhoben werden. Es ist wohl in erster Linie das Verdienst *Preyers*, die Gesichtspunkte für solche Beobachtungen des Kindes angegeben und so zu wissenschaftlich verwertbaren Einzelbeobachtungen angeregt zu haben. In der Tat ist in den 35 Jahren, die seit dem Erscheinen von *Preyers* „Die Seele des Kindes" verflossen sind, auf diesem Gebiete ein reiches Beobachtungsmaterial zusammengetragen worden, und es ist heutzutage für jeden psychologisch geschulten Vater fast selbstverständlich, daß er die Mutter seines Kindes veranlaßt, über die geistige Entwicklung des Kindes ein Tagebuch zu führen. Eine Anzahl solcher Tagebücher sind auch veröffentlicht worden. Sie geben das Material, das man nun in neuester Zeit systematisch zu verarbeiten begonnen hat. Wie *Sterns* „Psychologie der frühen Kindheit" ist auch das hier vorliegende Werk *Bühlers* ein hervorragendes Produkt einer solchen systematischen Arbeit.

Neben diesem Gesichtspunkte, für die weitere Forschung eine neue Basis zu schaffen, die vorliegenden

Ergebnisse zu sichten, die sicheren von denjenigen zu trennen, die noch weiterer Bestätigung bedürfen, und neue Fragestellungen zu geben, war für den Verfasser bei der Abfassung seines Buches wohl auch noch das Bedürfnis maßgebend, seine allgemein-psychologischen Theorien in den Zusammenhang der Kindespsychologie einzureihen, sie auch unter dem Entwicklungs-Gesichtspunkte zu betrachten und sie auf diese Weise einer Probe auf ihre Brauchbarkeit als Forschungs-Hypothesen zu unterziehen. Dies gilt in erster Linie für die von *Bühler* schon im Jahre 1907 aufgestellte Denktheorie. Mit dieser werden die Wahrnehmungen des Kindes, die Märchenphantasie und das kindliche Zeichnen in Zusammenhang gebracht; für die Entwicklung des Zeichnens werden Parallelen mit der Sprach-Entwicklung aufgezeigt; in ähnlicher Weise wird die Märchen- mit der Spiel-Phantasie in Zusammenhang gebracht. Bei der Darlegung seiner Theorie holt der Verfasser häufig sehr weit aus, so daß dem Leser der Zusammenhang mit dem eigentlichen Thema des Buches oft einigermaßen verloren geht; ist dies einerseits vielleicht ein Fehler, so sind solche Exkurse doch von großem allgemein-psychologischem Interesse und Werte.

Ein weiteres Charakteristikum des Bühlerschen Werkes liegt darin, daß der Verfasser in großem Umfange die Ergebnisse über die Psychologie primitiver Menschen und über das Seelenleben der Tiere zur Erläuterung und zur Erklärung kindespsychologischer Befunde mit heranzieht; in einem Falle bezieht er sich besonders auf *Verworns* Ausführungen zur primitiven Kunst, im andern Falle auf die hochbedeutsamen „Intelligenzprüfungen an Anthropoiden" von *Köhler*.

Was die äußere Einteilung des Buches betrifft, so behandelt die „Einleitung" (I) die Geschichte, den Gegenstand und die Methoden der Kindespsychologie sowie die körperliche Entwicklung des Kindes, besonders die des Zentralnervensystems. Es folgt dann ein Kapitel (II), das gewissermaßen einen „Querschnitt" durch das Seelenleben des Neugeborenen legt und die ersten Anfänge der einzelnen psychischen Funktionen betrachtet. Im Unterschiede dazu verfolgen die folgenden fünf Kapitel die Methode des „Längsschnittes" und behandeln die Entwicklung der Raum- und Zeitanschauung und der Auffassungsfunktionen (III), der Sprache (IV), des Zeichnens (V), der Vorstellungsfähigkeit (Erinnerungen, Spiel- und Märchen-Phantasie) (VI), und des Denkens (VII). Ein Schlußkapitel (VIII) endlich ist den Gesetzen und Ursachen der geistigen Entwicklung gewidmet, ihren „inneren" Faktoren, der Vererbung, und ihren „äußeren", unter denen das Spiel eine besondere Berücksichtigung erfordert.

Gute Literaturnachweise sowie ein Namen- und ein Sachverzeichnis erhöhen die Brauchbarkeit des Buches.

Otto Lipmann, Klein-Glienicke.

Astronomische Mitteilungen.

Über die Anwendbarkeit der kinetischen Gastheorie auf das Fixsternsystem. Dieses Problem, das schon in vielen Arbeiten von verschiedenen Forschern behandelt worden war, nahm *C. V. L. Charlier* in mehreren während der letzten Jahre erschienenen Aufsätzen (*Meddel, fr.* Lunds Astr. Obs. Nr. 69, 70, 79, 81, 82; Serie II, Nr. 16) wieder in Angriff. Jeder Stern beschreibt unter der Anziehung sämtlicher übrigen Sterne des Systems eine bestimmte Bahn; diese kann jedoch gestört werden, sobald der Stern einen zweiten in großer Nähe passiert (Vorübergang) oder mit ihm zusammenstößt. Die Gesamtanziehung kann man nach den gewöhnlichen Methoden der Potentialtheorie dynamisch behandeln (Anziehung eines Punktes innerhalb einer stetigen Massenverteilung), aber die Berücksichtigung der Vorübergänge und Zusammenstöße erfordert infolge der großen Anzahl von Individuen statistische Methoden. Beruht nun aber in der Gastheorie die statistische Behandlung auf der Maxwellschen Annahme einer — während des Vorüberganges umgekehrt der fünften Potenz der Entfernung wirkenden — *Abstoßungs*kraft, kommt bei den Sternen selbstverständlich nur die Newtonsche *Anziehung* in Betracht. Deshalb hat *Charlier* für das Fixsternsystem eine auf dem Newtonschen Gesetz begründete statistische Mechanik ausgearbeitet. Der Satz von der gleichen Verteilung der Energie und das Boltzmannsche H-Theorem gelten auch hier, dagegen ändert sich der Ausdruck für die Relaxationszeit. (Eine Berechnung dieser Größe gelang *Charlier* durch Einführung einer statistischen Reihe vom Typus A für die Verteilungsfunktion der Geschwindigkeiten.) *Charlier* fand 10^{10} Jahre, während sie in den Gasen nach *Jeans* 10^{-10} Sekunden beträgt.

Nach *Charlier* ist das Fixsternsystem eine Sternansammlung von der Gestalt eines Rotationsellipsoids, die sich fast im dynamischen Gleichgewicht befindet und sich fortwährend infolge der Vorübergänge dem statistischen nähert. Die Fläche der Geschwindigkeitsverteilung ist gegenwärtig ein Ellipsoid und strebt gleichzeitig der Kugel (der Maxwellschen Verteilung) zu, wobei immer der Satz von der gleichen Verteilung der Energie in Geltung bleibt. Ein Stern beginnt seinen Entwicklungsgang als kosmischer Staub, erreicht über das rote und gelbe das weiße Stadium (höchste Temperatur) und durchläuft dann denselben Weg in umgekehrter Richtung. (Dieser monistischen Anschauung steht eine dualistische gegenüber, die hauptsächlich auf der Eddingtonschen Zweischwarmhypothese basiert. Nach ihr besteht das Milchstraßensystem aus zwei oder mehreren spiralförmigen oder unregelmäßigen Schwärmen, so daß weder dynamisches noch statisches Gleichgewicht herrscht. Die Entwicklung eines Sterns nimmt hier ihren Ursprung vom Gasnebel und führt durch Energieausstrahlung über das weiße und gelbe zum roten Stadium, während die Geschwindigkeit dem Alter des Sterns proportional ist.) Daß das Sternsystem wirklich auf dem Wege vom dynamischen zum statischen Gleichgewicht sei, dafür führt *Charlier* gegenüber den Einwendungen von *Jeans* folgende Gründe an:

1. Der Satz von der gleichen Verteilung der Energie gilt tatsächlich. Denn dieses Gesetz verlangt eine umso größere Geschwindigkeit, je kleiner die Masse des betreffenden Sterns ist. Nun haben nach den verschiedensten statistischen Untersuchungen wirklich die weißen Sterne im Durchschnitt die größte Masse und kleinste Geschwindigkeit, die gelben eine kleinere Masse, aber größere Geschwindigkeit, und die roten die kleinste Masse und größte Geschwindigkeit.

2. Das Geschwindigkeitsellipsoid sämtlicher Sterne ist beiläufig eine Rotationsfigur, deren Rotationsachse senkrecht auf der Richtung zum Zentrum des Fixsternsystems steht, wie es die Theorie des dynamischen Gleichgewichts fordert.

3. Während das Geschwindigkeitsellipsoid für die weißen, also jüngsten Sterne am meisten von der Rotationssymmetrie abweicht, ist es für die gelben fast genau eine Rotationsfigur, wogegen es

4. bei den roten, den ältesten Sternen fast schon Kugelgestalt aufweist (entsprechend der Maxwellschen Verteilung). Nach *Eddington* spricht die Tatsache, daß

sich die Mitglieder einer Sternfamilie, z. B. die Bärensterne, in parallelen Bahnen bewegen, gegen die regellose Verteilung, *Charlier* dagegen hält sie für die letzten Überreste der einstens regelmäßig verteilten Sterne. Da die Geschwindigkeit der Kometen von derselben Größenordnung ist wie die der Sterne, sie aber als Körper kleinster Masse nach dem Äquipartitionstheorem der Energie die größte Geschwindigkeit haben müßten, ist das Fixsternsystem nach *Poincarés* Ansicht vielleicht noch nicht im stationären Zustand, so daß die gleiche Energieverteilung noch nicht erreicht ist. Nach *Charlier* ist dieser Grund unwahrscheinlich, da bei den roten Sternen das Äquipartitionstheorem schon gelte.

Wahrscheinlich haben daher die Kometen eine derartig große Geschwindigkeit erlangt, daß sie das Fixsternsystem schon verlassen haben, und die wenigen, die vorhanden sind, von der Sonne eingefangen worden sind, so daß sie als ständige Mitglieder dem Sonnensystem angehören. Ein Gleiches gilt für die Meteore.

Referent ergänzte die Charlierschen Untersuchungen in einigen Punkten (Phys. Zeitschrift, Mai 1918; Astr. Nachr. 207, 161). Die Mitglieder des Milchstraßensystems sind so außerordentlich dünn verteilt, daß Wasserstoffgas, dessen Moleküle mit derselben Dichte verteilt wären wie die Sterne, bei 0° C. unter einem Druck von 10^{-18} mm stünde. Für den Radius der Wirkungssphäre eines Sterns ergibt sich unter der Voraussetzung, daß diese Größe analog wie in der Kapturtheorie der Kometen definiert wird, ungefähr ⅙ der mittleren Sterndistanz. Danach kann die zwischen zwei Vorübergängen von einem Stern zurückgelegte freie Bahn so ziemlich als Gerade angesehen werden. Trotz der ungeheuer geringen Dichte der Sternverteilung läßt sich immer noch ein gegenüber den Abmessungen des gesamten Systems kleines Volumelement angeben, das eine zur Anwendbarkeit der statistischen Methoden der Gastheorie genügend große Anzahl von Sternen enthält. Allerdings müssen infolge der überaus großen Relaxationszeit auch genügend große Zeiträume zugelassen werden.

Über die Trift der Nebelflecke veröffentlichte *C. Wirtz* vier interessante Mitteilungen in den Astr. Nachr. (203, 197; 203, 293; 204, 23; 206, 109). Zur Ableitung der Eigenbewegungen wurden die von *H. Schultz* in Upsala vor 40—50 Jahren mikrometrisch aufgenommenen Positionen mit den photographischen Neubestimmungen dieser Nebelörter durch *W. Lorenz* (1912) und *K. Reinmuth* (1916) an der Königstuhler Sternwarte (Heidelberg) verglichen; letztere beiden konnten als systematisch identisch betrachtet und als eine Reihe (Königstuhl) behandelt werden. Ferner verglich *Wirtz* die von *A. Winnecke* in Straßburg gemachten mikrometrischen Positionsbestimmungen mit dieser Königstuhler Reihe, dann, um auch Objekte des südlichen Himmels heranzuziehen, die zweite Nebelreihe *J. G. Porters* (Cincinnati 1910) mit den durchschnittlich 30 Jahre davon entfernten Beobachtungen *Winneckes* und schließlich die ebenfalls nur den südlichen Nebeln gewidmete Reihe von *O. Stone* am Leander Mc. Cormick Observatory (1893) mit den Porterschen Daten. Ferner wurden noch die von *J. E. Keeler* mit dem großen Lickfernrohr an 14 Gasnebeln gemessenen Radialgeschwindigkeiten verwertet. Zum Zwecke der Ableitung der Eigenbewegungen wurden gewisse systematische Korrektionen angebracht, die *Wirtz* später, da sowohl *H. Kobold* als auch *H. v. Seeliger* gegen das zu ihrer Ermittlung dienende Verfahren Bedenken äußerten, wieder wegließ. Das Material wurde nach den Methoden von *Airy* und *Schwarzschild* behandelt. Die in vielen charakteristischen Merkmalen auftretende Verschiedenheit zwischen Spiral- und Gasnebeln zeigte sich auch hinsichtlich der Eigen- und Radialbewegungen.

Die Gasnebel verhalten sich bezüglich ihrer parallaktischen Trift ganz ähnlich wie die Sterne, sie führen auf den Sonnenapex und ergeben eine mittlere Parallaxe von 0,008″ (400 Lichtjahre), entsprechen also in ihrem Abstand ungefähr den B-Sternen. Sie sind infolgedessen als Mitglieder des Fixsternsystems anzusehen, ihre mittlere Geschwindigkeit ist von der Größenordnung der Sonnengeschwindigkeit. Ein ganz anderes Verhalten weisen die Spiralnebel auf. Es ergibt sich eine der Sterntrift fast entgegengesetzte parallaktische Verschiebung und eine mittlere Parallaxe von 0,00015″ (21 100 Lichtjahre), so daß diese Nebel außerhalb des Milchstraßensystems liegen. Unter der Voraussetzung, daß der volle Betrag der Linienverschiebung dem Dopplereffekt zuzuschreiben wäre, würde aus den Radialbewegungen eine mittlere Geschwindigkeit von — 830 km/sek folgen, wobei noch eine konstante $k = +656$ km/sek in die Geschwindigkeit eingeht, die in der Weise zu deuten wäre, daß das System der Spiralnebel in bezug auf die momentane Stellung des Sonnensystems als Zentrum mit der Geschwindigkeit k auseinandertriebe. Die den Sternen entgegengesetzte parallaktische Trift ließe sich am besten durch die Annahme erklären, daß die Nebel ruhen und die Sterne sich relativ zu ihnen bewegen. Während *v. Seeliger* zeigte, daß die der Sternbewegung entgegengesetzte parallaktische Nebeltrift durch unbekannte Eigenbewegungen der Anhaltssterne vorgetäuscht werden könne, ist *Wirtz* der Ansicht, daß trotz des geringen und unsicheren Materials seine Ergebnisse wenigstens als Wegweiser für weitere Beobachtungen dienen könnten, da das Gesetz der großen Zahlen schon bei einer auffallend geringen Zahl von Gegenständen gelte, sowie auch *Herschel* den Sonnenapex nur aus 13 Sternen abgeleitet hat.

J. Lense, Wien.

Zeitschriftenschau (Selbstanzeigen).

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Vom 30. Mai 1917.

Zum Quantensatz von Sommerfeld und Epstein; von *A. Einstein*. Die von *Sommerfeld* und *Epstein* gegebene Formulierung des Quantensatzes für gewisse mechanische Systeme wird etwas verallgemeinert, derart, daß die Anwendung des Satzes auch in solchen Fällen möglich wird, in denen eine Separation der Variabeln nicht erzielt ist.

Vom 30. Juni 1917.

Über Vokalklänge; von *Karl von Wesendonk*. Verfasser weist darauf hin, daß seine Versuche über „Synthese der Vokale aus einfachen Tönen" sich in guter Übereinstimmung befinden mit ausgedehnten, genauen Untersuchungen des amerikanischen Physikers *Miller* über Vokalklänge. Dieser hat die Luftschwingungen mit einem empfindlichen, Phonodeik genannten Schallschreiber aufgenommen und sorgfältig harmonisch analysiert, auch mit Erfolg Vokalsynthesen

aus einfachen Tönen ausgeführt. Herr *Miller* erblickt in den Ergebnissen dieser Versuche eine volle Bestätigung der Helmholtzschen Vokaltheorie.

Vom 30. August 1917.

Zur Theorie der dielektrischen Nachwirkung; von *Ulfilas Meyer. Maxwell* hat gezeigt, daß die dielektrischen Nachwirkungserscheinungen sich durch Inhomogenitäten in der Struktur der Dielektrika erklären lassen. Eine genaue Darstellung des Verlaufs der Erscheinungen auf diesem Wege stößt auf große mathematische Schwierigkeiten, dagegen ist es mit Hilfe eines einfachen Modells möglich, aus den beobachteten Größen die Materialkonstanten der reinen Substanzen abzuschätzen. Man gelangt so zu Werten, die mit anderweit bekannten Zahlen gut übereinstimmen. Damit ist eine weitere Stütze für die Richtigkeit der Maxwellschen Annahme erbracht. Bei vielen Stoffen lassen sich die Beobachtungen durch die Annahme erklären, daß einer der Grundstoffe Wasser ist. Ferner wird darauf hingewiesen, daß bei den Gleichstrom- und den Wechselstromerscheinungen der Einfluß verschiedener Glieder überwiegt, und daß daher kein quantitativer Zusammenhang zwischen beiden Erscheinungen besteht.

Vom 30. Oktober 1917.

Über eine neue Quarzlampe; von *M. Wolfke.* Eine neue Quecksilber-Quarzlampe, die ein ringförmiges, vertikales Leuchtrohr (ohne Kapillare an der Kathode) besitzt und bei der die Elektrodengefäße ineinander eingeschmolzen sind. Die Lampe ist vor allem für das Laboratorium bestimmt; sie ist mit Wasserkühlung versehen, die ein Regulieren der Belastung und der Leuchtkraft (bis 5000 H.-K.○) in weiten Grenzen zuläßt.

Vom 30. November 1917.

Druckdifferenzen in gleichstromdurchflossenen Edelgasröhren; von *Franz Skaupy.* Versuche mit Edelgasröhren, die von Gleichstrom hoher Stromdichte durchflossen sind, ergeben beträchtliche Druckdifferenzen (der höhere Druck an der Anode) zwischen den Enden des Rohres. Eine einfache angenäherte Beziehung zwischen dem Gasdruck und der Druckdifferenz wird festgestellt. Mögliche theoretische Erklärungen werden besprochen.

Über den Energieaustausch bei Zusammenstößen zwischen langsamen Elektronen und Gasmolekülen; von *G. Hertz.* Es wird die Theorie der Bewegung langsamer Elektronen in Gasen geringer Elektronenaffinität entwickelt und auf Grund der Messungen von *J. Franck* und *G. Hertz* gezeigt, daß der Energieaustausch bei Zusammenstößen zwischen Elektronen und Heliumatomen genau wie bei völlig elastischen Stößen verläuft, während bei Zusammenstößen mit Wasserstoffmolekülen auch Energie an die inneren Freiheitsgrade des Moleküls abgegeben wird. Ferner wird der außerordentlich große Einfluß sehr geringer Verunreinigungen auf die Beweglichkeit der negativen Ionen (Elektronen) in dichten Edelgasen mit dieser Theorie auch quantitativ in Einklang gefunden.

Vom 30. Dezember 1917.

Beispiele zur Berechnung der Anziehung eines homogenen Rotationskörpers auf einen Massenpunkt in der Rotationsachse nach dem Newtonschen Gravitationsgesetz; von *Emil Lampe.* Die betrachteten Körper sind: Kreiszylinder, halbes Rotationsellipsoid, Kreiskegel, Segment eines Rotationsparaboloides je mit aufgesetzter Halbkugel auf die Kreisfläche der Begrenzung, verschiedene Segmente des Paraboloides und des halben Rotationsellipsoids. Insbesondere wird der Höchstwert der Anziehung eines jeden Körpers bei konstantem Volumen und Änderung der Gestalt ermittelt.

Druckfestigkeit von Glas und Quarz; von *G. Berndt.* Vorversuche an Würfeln aus Spiegelglas ergaben eine Abnahme der Druckfestigkeit mit wachsender Kantenlänge. Gut miteinander übereinstimmende Ergebnisse wurden an allseitig polierten Zylindern von 5 mm Durchmesser und derselben Höhe erzielt. Mit diesen wurden folgende Mittel- und Höchstwerte (letztere in Klammern) für die Druckfestigkeit in kg/cm² erzielt: Spiegelglas 12 400 (13 800); Borosilikat-Kron 516/640 der Sendlinger optischen Glaswerke (das etwa dem Jenaer Typus O 3832 entspricht) stark gespannt 15 200 (18 400); gut gekühlt 14 200 (16 900); Quarz parallel zur Achse 25 000 (28 000); senkrecht zur Achse 23 000 (27 000).

Vom 28. Februar 1918.

Nachwirkungsstrom und dielektrischer Wechselstromverlust; von *Franz Tank.* In Ergänzung und teilweiser Berichtigung der Arbeit des Herrn *Ulfilas Meyer* (Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 18, 139, 1917) wird wahrscheinlich gemacht, daß man aus bekanntem Verlauf des Nachwirkungsstromes stets den Wechselstromverlust berechnen kann, wenn der Nachwirkungsstrom genähert einem Gesetze $i = E C \beta t^{-n}$ gehorcht und von einer Zeit an beobachtet worden ist, die einige Prozente der Periodendauer beträgt.

Vom 30. April 1918.

Über die Bestimmung der Elastizitätsgrenze; von *O. Lehmann.* In einer allseitigem, die Elastizitätsgrenze übersteigendem Druck ausgesetzten Vollkugel gibt es zwei konzentrische charakteristische Kugelflächen, deren Größe von Material und Druck abhängt, nämlich eine, innerhalb deren der Druck überall Null ist, so daß der von ihr umschlossene Kern ausgeschnitten werden kann ohne an der Druckverteilung etwas zu ändern (ähnlich wie ein Tunnel im Gebirge) und eine diese umschließende, innerhalb deren die Elastizitätsgrenze nirgendwo überschritten wird. Ein leerer Hohlraum in einem *festen* Körper (d. h. einem solchen, dessen Elastizitätsgrenze nicht Null ist) kann also auch bei sehr großem allseitigen Druck und in sehr langer Zeit nicht verschwinden (im Gegensatz zu einem zähflüssigen Körper).

Vom 30. Juni 1918.

Über die Rotationsenergie der dreiatomigen Gase; von *Koloman Széll.* Der Verfasser bestimmt quantentheoretisch vom Planckschen Standpunkte aus auf Grund der Resultate der Planckschen Untersuchungen (Ann. d. Phys. *50*, S. 413, 1916) die Rotationsentropie der dreiatomigen Gase, in welchen eine jede Molekel zwei gleiche Hauptträgheitsmomente hat, bei hoher Temperatur, und vergleicht den erhaltenen Ausdruck $\left(S = k N \ln \frac{2^4 J \sqrt{2}\, c^3 L \pi^7 (k T)^3}{h^3}\right.$, wo $J = K, L$ die Hauptträgheitsmomente bedeutet) mit dem von *O. Sackur* berechneten Resultat.

Lassen sich die Brechungsexponenten der Körper für Röntgenstrahlen experimentell ermitteln?; von *A. Einstein.* Von Prof. *Köhler* (Wiesbaden) wurde 1916 darauf aufmerksam gemacht, daß Röntgenaufnahmen rundlicher Objekte einen schmalen, hellen Saum an ihrer Kontur zeigten. Es wird dargetan, daß sich diese Erscheinung ungezwungen auf Totalreflexion der Röntgenstrahlen zurückführen läßt, welche die Oberfläche des Objektes fast tangential treffen.

Über das Atommodell von Niels Bohr; von *Wilh. H. Westphal.* Die Arbeit enthält eine kurze Widerlegung eines von *J. Stark* erhobenen logischen Einwands und anschließend Betrachtungen über die Wahrscheinlichkeit verschiedener statischer Bahnen, insbesondere von Kreisbahnen.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.